

ph
CAPSULA ESPACIAL
CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 72 - 2022
Bases Lunares
Proyecto Horizon
Proyecto Galaktika
Lunar Outpost
Base Lunar Svezda
Pat Rawlings

Estimados lectores

La Luna, nuestro satélite y cuerpo celeste más cercano, fue y sigue siendo un objetivo primordial durante la carrera espacial en la que estuvieron involucradas las grandes potencias, y sobre todo el establecimiento de una base en su superficie, así como Neil Armstrong inició una serie de bases lunares (misiones de alunizaje Apollo) con sus palabras "Tranquility Base, el Águila ha alunizado" donde se establecerían los humanos por unas horas o días; en este caso, esta publicación *Cápsula Espacial* trata de un compilado de propuestas y proyectos espaciales desde los inicios de la astronáutica hasta la actualidad, desde bases con objetivos militares hasta de investigación y minería, desde vuelos con un solo tripulante a decenas ya viviendo en los sitios de alunizaje; extensiones de las misiones Apollo, como también ideas de envío de trenes de módulos, entre otros que en sus inicios se centraron en Estados Unidos y la URSS, pero que en la actualidad se requiere de la unión de varios países para lograrlo; espero puedan disfrutar de este número que muestra hacia donde va la humanidad en el futuro.

Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contactos


https://capsula-espacial.blogspot.com


https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com



Contenido

Estudio Science Applications Incorporated (SAI)

Estudio NASA/Johnson Space Center

Base Lunar Zvezda II

Space Exploration Iniciative (SEI)

Synthesis Group

Lacus Veris Lunar Outpost

International Lunar Resource Exploration Concept (ILREC)

First Lunar Outpost (FLO)

Early Lunar Access (ELA)

Programa LANTR

Proyecto LUNOX

Rover Nomad Explorer

Lunar Rover Wagon Train

Human Lunar Return (HLR)

Mobile Lunar Base Project

Habitat Robot (HaBot)

Base Lunny Polygon

Programa Constellation

Programa Artemis

Bighelow Aerospace

Moon Village

Human-Enhanced Robotic Architecture and Capability for Lunar Exploration and Science (HERACLES)

International Lunar Research Station

Objetivo polo S lunar

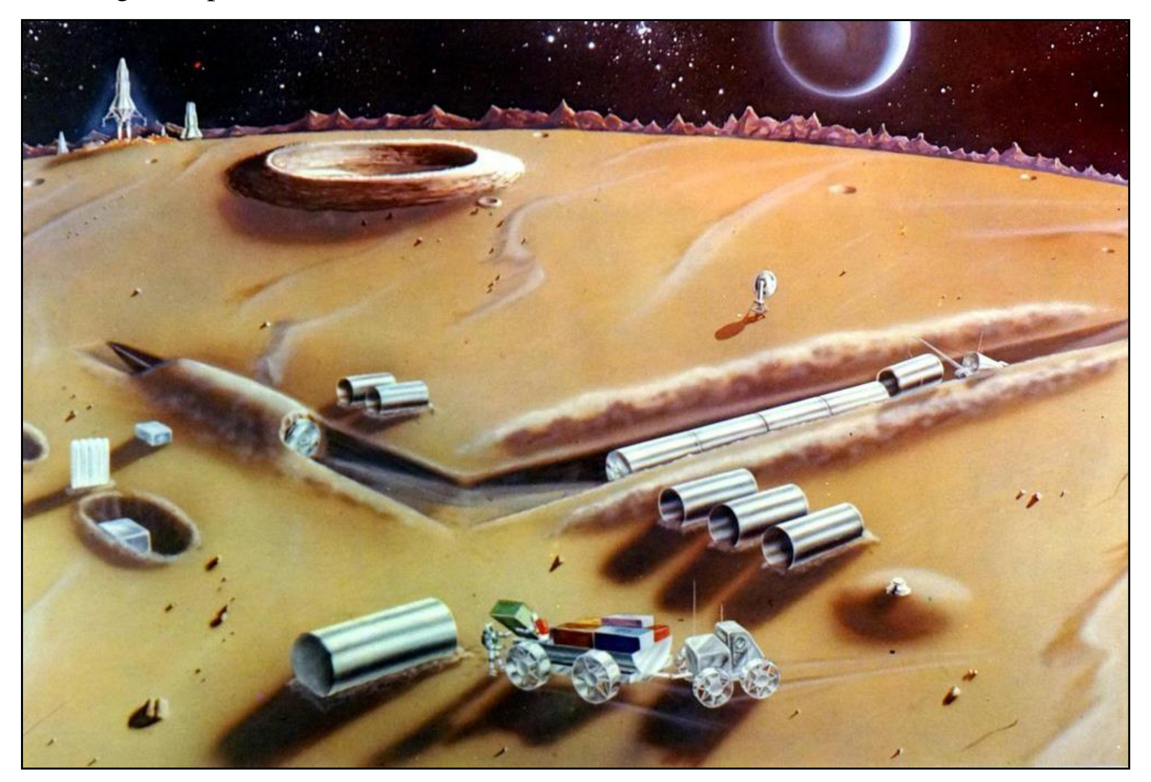
Proyecto Horizon

En Estados Unidos, el US Army había sido excluido del programa espacial por decisión de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA) a pesar de tener el equipo de científicos de cohetes alemanes de Wernher von Braun. Sin embargo, cuando se creó la NASA, se ofreció una reserva de fondos de la ARPA no gastados al líder de Proyectos Avanzados de von Braun, Hermann Koelle, que en 1958 completaron el diseño de un sistema de lanzamiento que denominaron Juno-V; luego de terminar el diseño, ARPA entregó el resto de sus fondos disponibles a la NASA, y posteriormente el jefe de investigación y desarrollo Arthur Trudeau, ordenó al jefe de Artillería del US Army que determinara los requisitos para crear una base tripulada en la Luna para 1966.

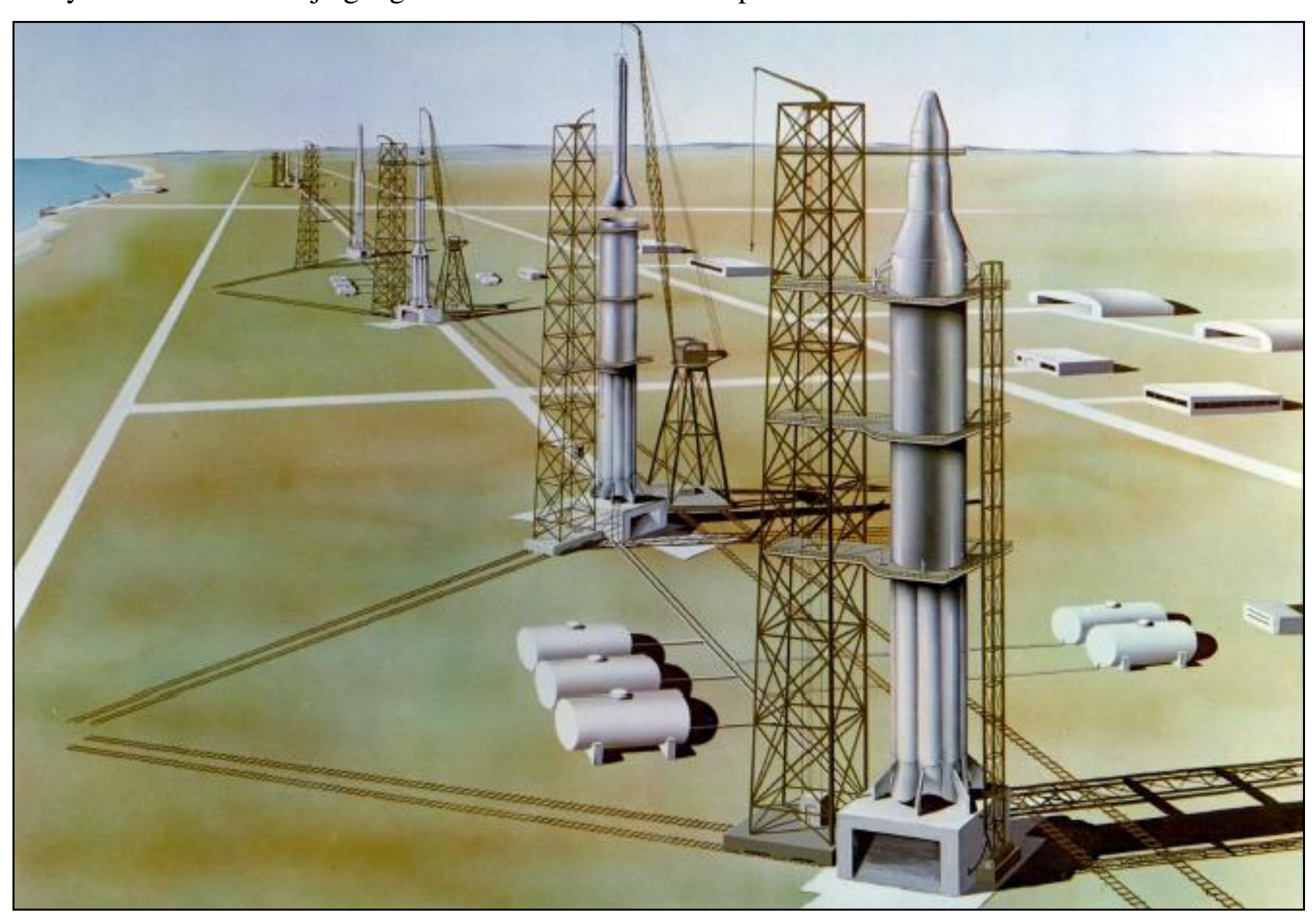
El 8-06-1959, el equipo de ABMA publica el Project Horizon, un estudio del US Army para el establecimiento de un puesto militar lunar, aunque no se seleccionó un sitio específico para el puesto de avanzada, los conceptos de diseño, las consideraciones ambientales, las características de mantenimiento de vida, las rotaciones de personal, los vehículos de transporte y el apoyo logístico fueron bastante detallados.

Si bien el estudio fue realizado por la Agencia de Misiles Balísticos del Ejército (ABMA), von Braun nombró a Heinz-Hermann Koelle para dirigir el proyecto, el jefe de ingenieros sería responsable del diseño, construcción y mantenimiento de la base lunar que debía proteger los intereses de Estados Unidos en la Luna, al mismo tiempo, serviría como estación para mejorar el reconocimiento espacial y brindar oportunidades para el mejor estudio de la Tierra con el desarrollo de un sistema de mapeo espacial, mejorando y ampliando los sistemas de comunicaciones para poder actuar como una estación de retransmisión basada en la Luna.

La base lunar, con capacidad de 10 a 20 personas sería un laboratorio científico para la investigación lunar y una estación de lanzamiento de baja gravedad para facilitar la exploración del espacio profundo, a medida que se desarrollarían los programas espaciales se imaginó que el puesto de avanzada lunar podría servir como un área de preparación de emergencia para actividades de rescate.

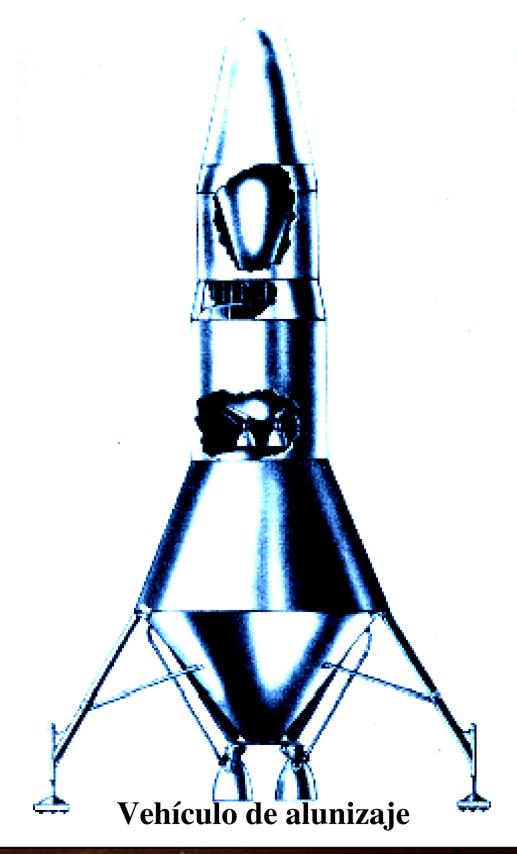


El Proyecto Horizon contemplaba el uso de los cohetes Saturn C-I y Saturn C-II, que en ese momento estaban siendo desarrollados por von Braun y su equipo de ingenieros, y listos para su lanzamiento a fines de 1964, eran cohetes de etapas múltiples que podían enviar materiales de construcción al espacio, los ingenieros concluyeron que los cohetes Saturn tendrían que lanzarse desde ocho ubicaciones terrestres diferentes, Cabo Cañaveral sería uno de los sitios de lanzamiento, la zona del Canal de Panamá (entonces bajo el control de Estados Unidos), la isla Christmas y debido a su ventaja geográfica sobre el ecuador se pensó en lanzamientos desde Brasil.



Los ingenieros propusieron que se enviara algún material directamente a la Luna, un cohete Saturn sería lanzado, pero no entraría en órbita alrededor de la Tierra, iría directamente a la Luna y alunizaría usando un retro-cohete o etapa de alunizaje para la maniobra final; a los expertos les gustó la idea de aproximación directa de viajar a la Luna porque ofrecía un tiempo de vuelo más corto desde la superficie de la Tierra.

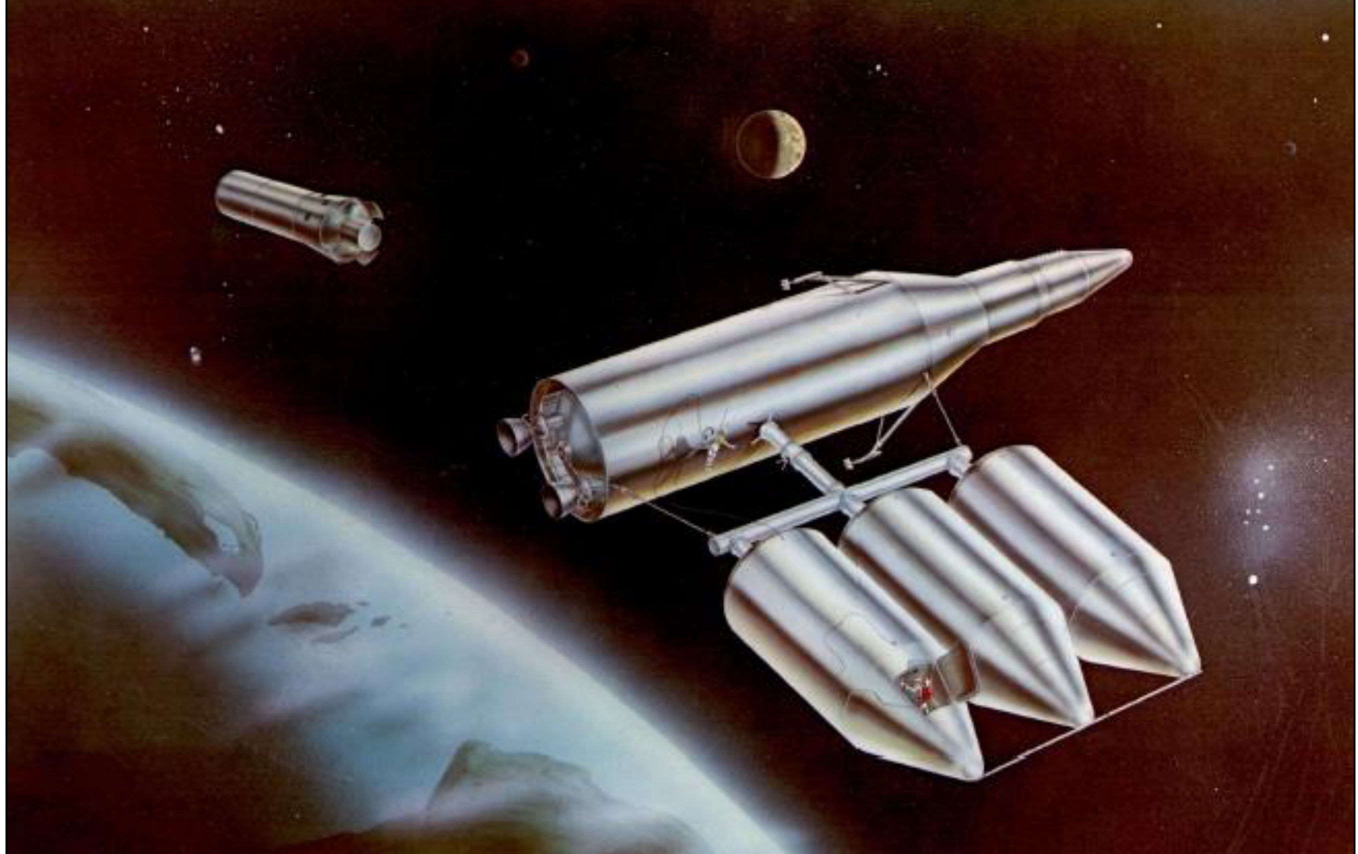
Los planificadores del US Army reconocieron que un curso de acción alternativo sería lanzar cargas útiles más grandes (y más pesadas) al espacio y luego vincularlas con un punto de reunión intermedio (una estación espacial en órbita) esto se debió a que el enfoque directo permitía que solo una carga útil de 2,7 tn alunizara suavemente, como la idea era colocar 220 tn de carga en la Luna, significaba muchos lanzamientos, en consecuencia, una alternativa atractiva era construir una estación espacial que recibiera y acumulara cargas útiles de los lanzamientos planeados, una vez ensamblado suficientes materiales en la estación espacial, un vehículo de transporte espacial transportaría estas cargas hacia la superficie lunar, el US Army concluyó que se podrían lograr 65 lanzamientos de cohetes Saturn-II para fines de 1964, con envíos de carga a inicios de 1965, le seguiría el primer alunizaje con dos astronautas a mediados de 1965; estos dos astronautas-soldados o al menos civiles del US Army, supervisarían la construcción del puesto de avanzada hasta que estuviera listo para ser ocupado por un grupo de 12 personas a finales 1966.



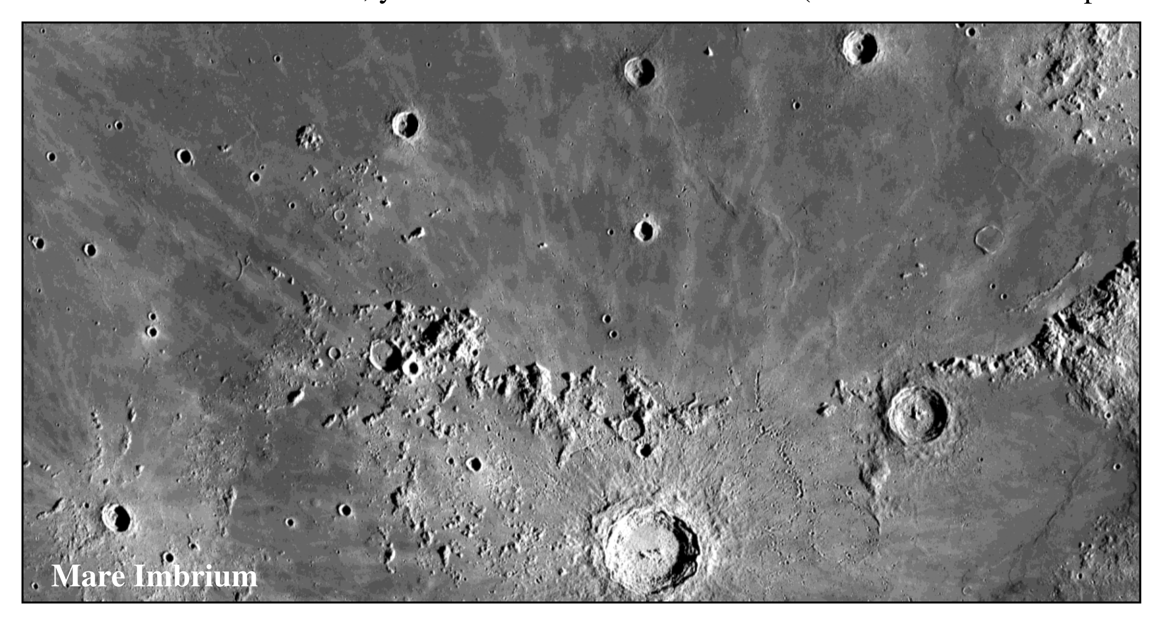
Vehículo de alunizaje

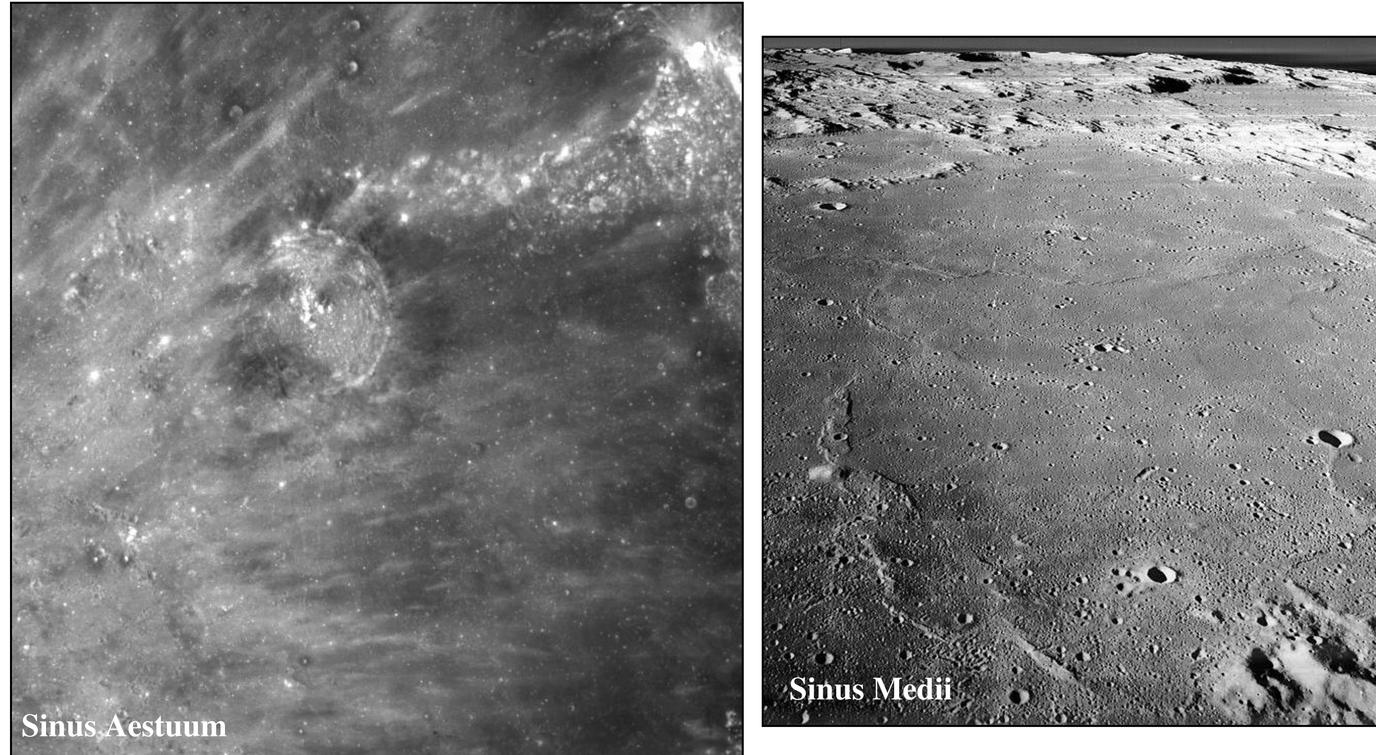


Vehículo de retorno lunar



Los estudios determinaron además que la tecnología de cohetes de la época limitaba la ubicación de la base a 20° de lat/long en la Luna y se seleccionaron tres sitios, la parte N de Sinus Aestuum, cerca del cráter Eratóstenes; al S de Sinus Aestuum cerca de Sinus Medii; y la costa S-O de Mare Imbrium (al N de los Montes Apenninus).





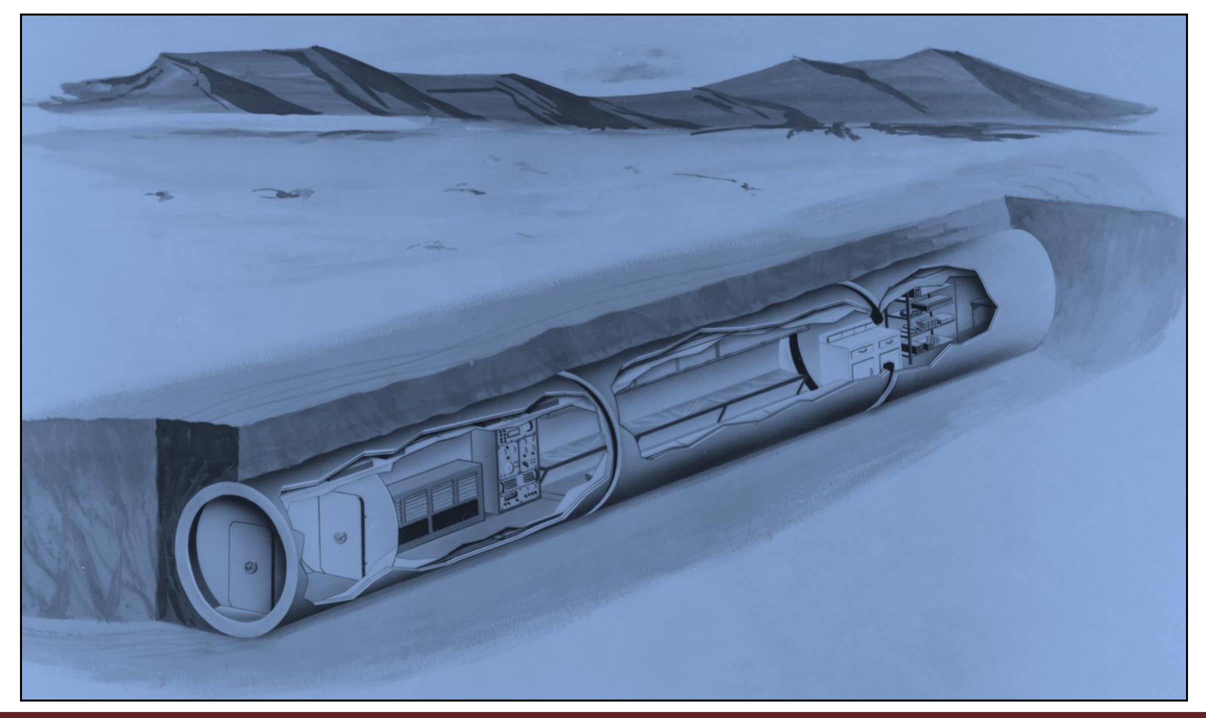
En cuanto a la base en sí, los científicos y técnicos que participaron en el Proyecto Horizon insistieron en que su propuesta estaba basada en requisitos y capacidades realistas; su enfoque era funcional y confiable sobre el cual los astronautas podrían apostar sus vidas con la confianza de sobrevivir.

Reconociendo que esencialmente no existe atmósfera en la Luna y de acuerdo a las temperaturas extremas de la superficie, los científicos decidieron que la base lunar debería estar formada por módulos cilíndricos presurizados de 3,05 x 6,10 m enterrados bajo la superficie para reducir la exposición a los rayos cósmicos, los micrometeoritos y, llegado el caso, las armas soviéticas, se sugirió también que cuevas naturales podrían cubrirse y sellarse con bolsas de presión para crear espacios habitables.

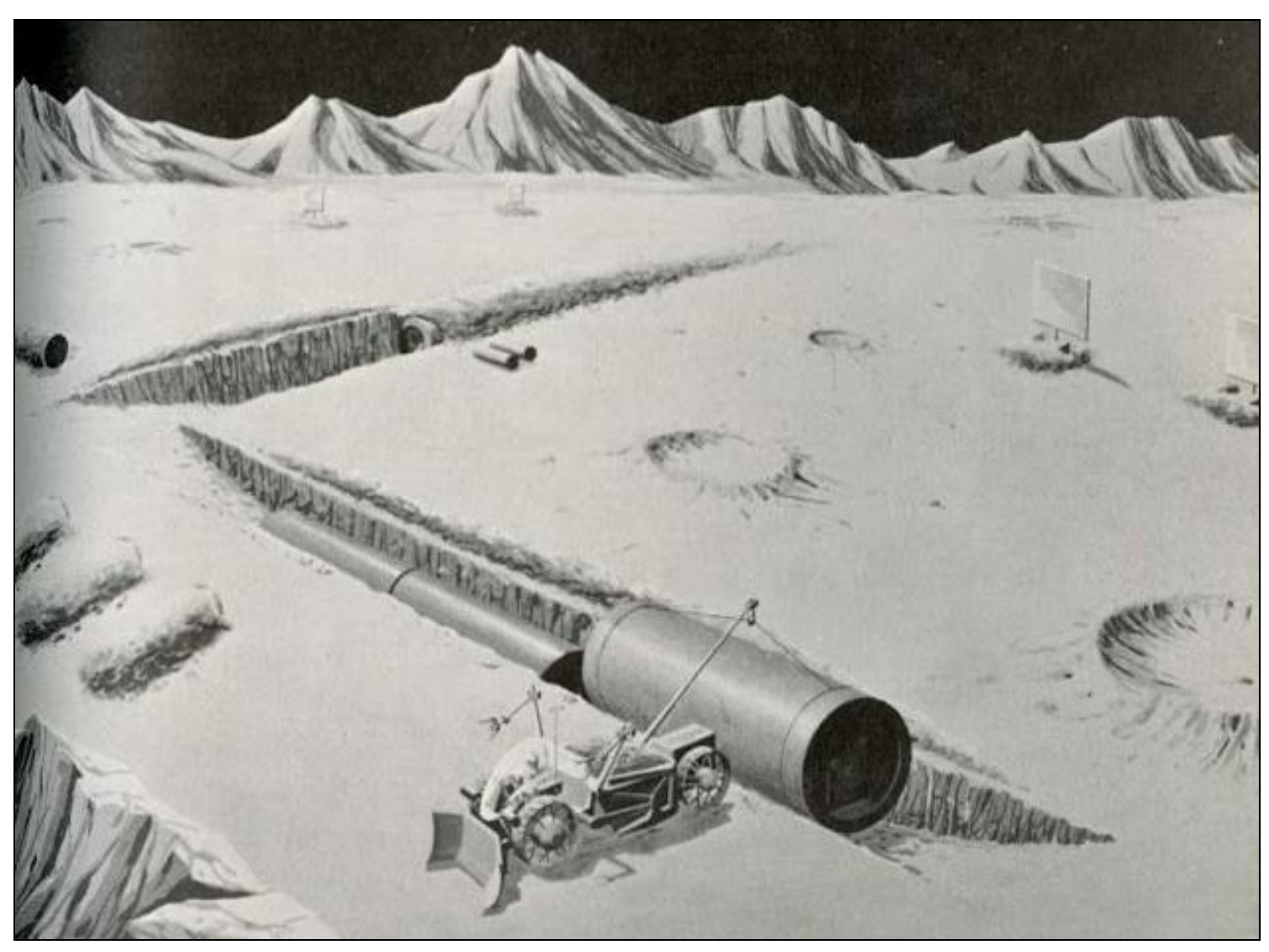
El estudio mostraba una estructura cilíndrica enterrada que incluía viviendas, un comedor, una vez que los suministros de agua fueran adecuados, estarían disponibles alimentos deshidratados y congelados, también se prestaría atención al cultivo hidropónico de ensaladas y al desarrollo de otros sistemas de productos alimenticios de ciclo cerrado, el Oxígeno y el agua se extraerían del entorno natural de la Luna, para alimentar la base, estaba planificado enviar dos reactores nucleares que proporcionarían energía para las viviendas y los equipos de construcción, el personal militar estacionado en la base lunar llevaría armas, cohetes Davy Crockett no guiados con ojivas nucleares de bajo rendimiento y minas Claymore modificadas para perforar trajes presurizados y equipos especiales desarrollados expresamente para su uso en la Luna.

Otra característica clave fue el plan para construir una matriz de comunicaciones y vigilancia con base lunar, las comunicaciones en la superficie lunar serían bastante fáciles, se instalarían radios bidireccionales miniaturizadas en trajes lunares individuales. Sin embargo, tendría que establecerse una red de comunicaciones lunares para que los soldados que estaban fuera de la vista del puesto de avanzada pudieran comunicarse, la curvatura de la Luna, y el hecho de que las radios estaban en la línea de visión, significaba que se tendría que construir una serie de estaciones repetidoras, las comunicaciones Luna-Tierra, se manejaría mediante el uso de satélites en órbita para retransmitir el tráfico de radio desde la Luna hasta el Pentágono.

El Proyecto Horizon era ambicioso en su visión de una base militar en la Luna, el plan contemplaba tener 252 astronautas en órbita terrestre a fines de 1967 y 42 personas en la Luna para sus períodos de servicio, 26 de estos soldados-astronautas habrían regresado de la Luna, deteniéndose primero en la estación espacial en órbita antes de su regreso a la Tierra; el US Army planeó que los astronautas hicieran un período de servicio en la Luna que no excedería un año.



También se propuso que se creara un comando espacial unificado para controlar la base lunar y la porción del espacio exterior que abarca la Tierra y la Luna; los defensores del proyecto argumentaron que el objetivo final de Estados Unidos en la Luna debería ser desplegar sistemas de armas basados en la Luna, ya que el poder militar en la Luna sería un fuerte elemento de disuasión para la guerra, un enemigo tendría grandes dificultades para evitar las represalias, probablemente la URSS o China comunista, tendrían dificultades para llegar a la Luna y, si las fuerzas de Estados Unidos ya estuvieran presentes en la superficie lunar, podrían contrarrestar o neutralizar cualquier fuerza hostil que pudiera alunizar (razón por la que las fuerzas militares de Estados Unidos necesitaban llegar primero a la Luna y establecer un puesto militar avanzado, ya que el enemigo podía contrarrestar cualquier intento estadounidense de alunizar en la Luna si se permitía que las fuerzas hostiles llegaran primero).



El Proyecto Horizon no se efectivizó, porque los desafíos tecnológicos eran difíciles y considerablemente más costosos de lo que se había pensado; la alarma sobre el satélite Sputnik se había disipado disminuyendo el interés político en financiar una base militar en la Luna, la guerra en Vietnam también desvió fondos, y cualquier futura presencia militar en la Luna se volvió imposible cuando Estados Unidos, el Reino Unido y la URSS y firmaron; el Tratado del Espacio Ultraterrestre, prohibiendo la puesta en órbita de armas nucleares (o cualquier arma de destrucción masiva) alrededor de la Tierra, también prohibió el equipo militar en la superficie lunar a menos que el equipo fuera para fines completamente pacíficos, la militarización de la Luna ya no era una opción, y sigue siendo un imposible ya que este tratado internacional sigue vigente.

LUnar MANned Landing and Return (LUMAN)

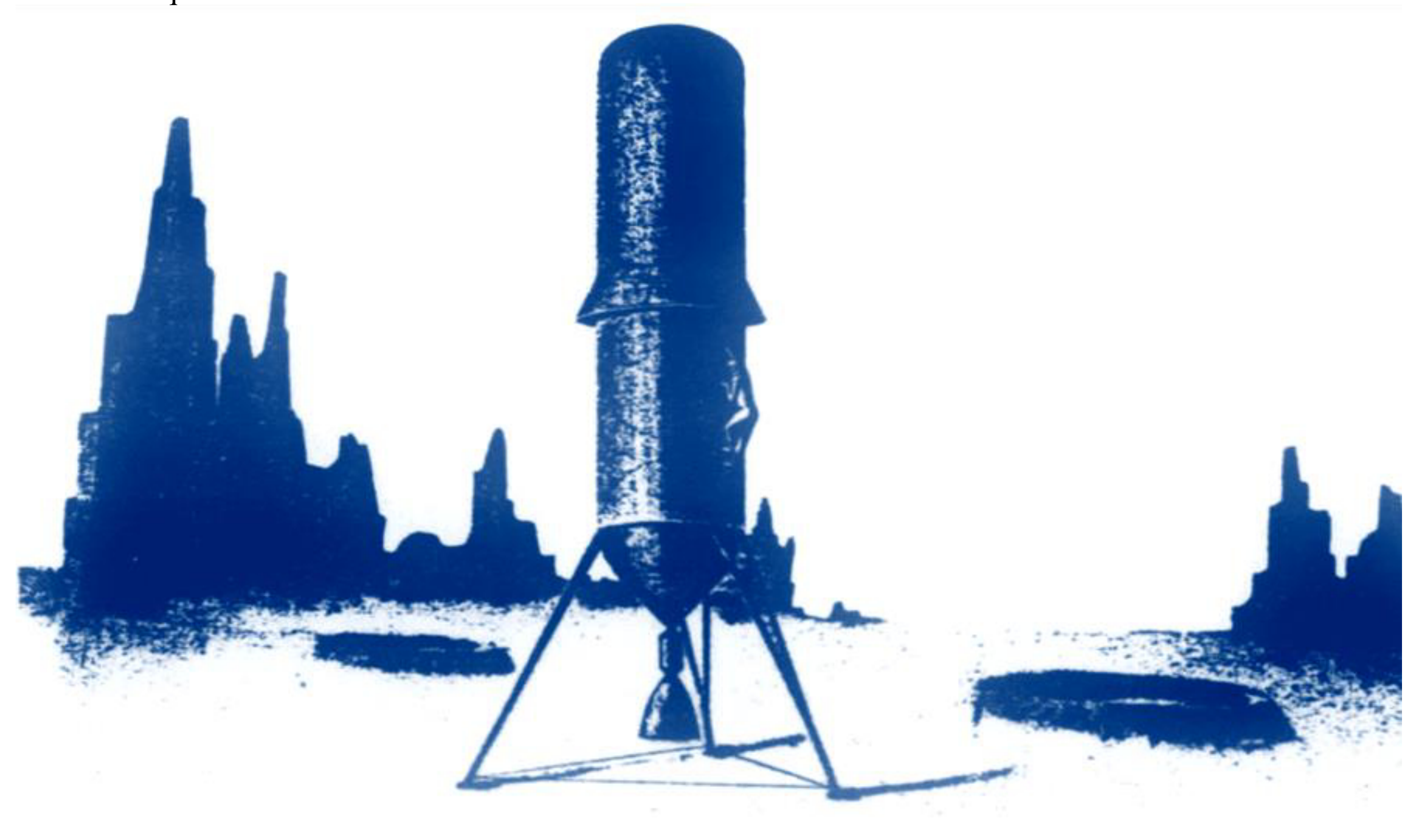
Un mes después de la decisión de ARPA, el Gral. Bernard Schriever, dirigió un plan de desarrollo para enviar astronautas militares a la Luna hacia 1964; se supervisó un primer borrador del plan de la USAF que contó con un equipo de militares, médicos e ingenieros que trabajaron en una ambiciosa propuesta a principios de 1958.

El proyecto se dividía en varias fases, comenzando con el proyecto Man In Space Soonest (MISS) y culminando con el Lunar Manned Landing and Return (LUMAN), el programa incluía un vehículo para operaciones orbitales terrestres y vuelos de reconocimiento lunar (la USAF había realizado un vehículo espacial militar denominado Dyna-Soar, que luego fue cancelado); MISS usaría una cápsula para un astronauta con la forma de punta cónica de un misil balístico, le seguiría MISSOPH (Man-In-Space-SOPHisticated), que se dividía en tres fases y 28 vuelos.

La primera de estas fases se llevaría a cabo con el lanzamiento de una cápsula MISS mejorada (MISSOPH-II) que expandiría aún más este sistema, pero la próxima (MISSOPH-III) cambiaría a una nave con alas tomadas de los diseños del Dyna-Soar, que se usaría para la fase LUREC (LUnar RECconnaissance) que orbitaría la luna.

La fase final del plan sería LUMAN, un módulo de alunizaje derivado del diseño MISS lanzado a bordo un cohete llamado Big-B, que podría llevar a un astronauta a la superficie lunar y regresar.

Dentro de las semanas posteriores a la entrega del informe MISS, se lo tomó demasiado ambicioso y se debería eliminar todas las referencias a las misiones lunares. Sin embargo, la USAF continuó insistiendo en su caso para un programa espacial militar; durante varios meses hubo un debate sobre la necesidad de una capacidad defensiva en el espacio y finalmente, se decidió que la USAF podía continuar con su plan espacial, siempre que pudiera demostrar un requisito militar.

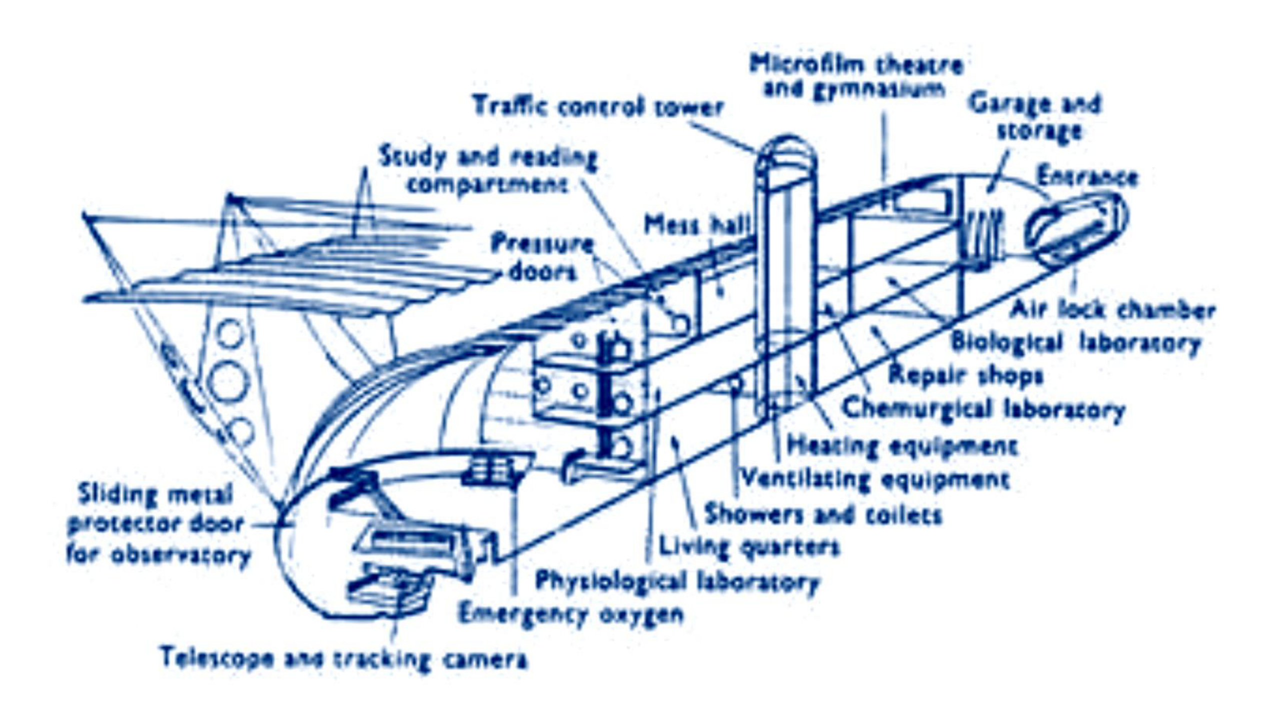


Base lunar Rinehart

En 1959, el director del Laboratorio de Investigación de Minería de Colorado, John Rinehart, publicó una descripción de un nuevo diseño de base lunar con el título "Criterios básicos para la construcción en la Luna" en el Vol. N° 17 del Journal of the British Interplanetary Society; su diseño reflejaba la comprensión limitada sobre los problemas de salud de los vuelos espaciales y condiciones de la superficie lunar.

Según Rinehart, el satélite Explorer-3 había demostrado que la amenaza de rayos cósmicos en el espacio era mayor de lo que se suponía. Sin embargo, concluyó que la radiación espacial probablemente no representaría un peligro para la salud de los astronautas, aunque una exposición prolongada a la radiación podría decolorar los plásticos o el vidrio, la verdadera amenaza, afirmó Rinehart, provendría de meteoritos con forma de bala, por lo que todas las estructuras construidas en la Luna necesitarían un escudo resistente contra meteoritos, informó que muchos científicos creían que el basalto de la Luna o la superficie de polvo solidificado soportaría el peso de una nave espacial, mientras que otros teorizaban que un mar de polvo similar a un fluido de varios Km de profundidad cubría la luna. "Con esta falta de conocimiento y esta gran divergencia de opiniones, uno podría hacer poco más... excepto diseñar el edificio como una estructura que flota en un océano estacionario de polvo" escribió y agregó que "en muchos sentidos, su construcción se parecerá a la de un barco anclado, una unidad autónoma de flotación libre".

El diseño resultante de las suposiciones ambientales lunares de John Rinehart era una estructura flotante, que se ensamblaría a partir de piezas de aluminio prefabricadas enviadas desde la Tierra, se parecía a un medio cilindro con los extremos de media cúpula, un observatorio con una puerta de metal segmentada constituiría un extremo, la base incluiría viviendas, laboratorios, una torre de control para comunicaciones/control de tráfico, equipos de soporte vital y un taller de máquinas/área de mantenimiento, los cables suspenderían un escudo que protegería de los micrometeoritos de 0,7 mm de espesor sobre la base, dejando expuesto solo la media cúpula del observatorio y la torre de control.



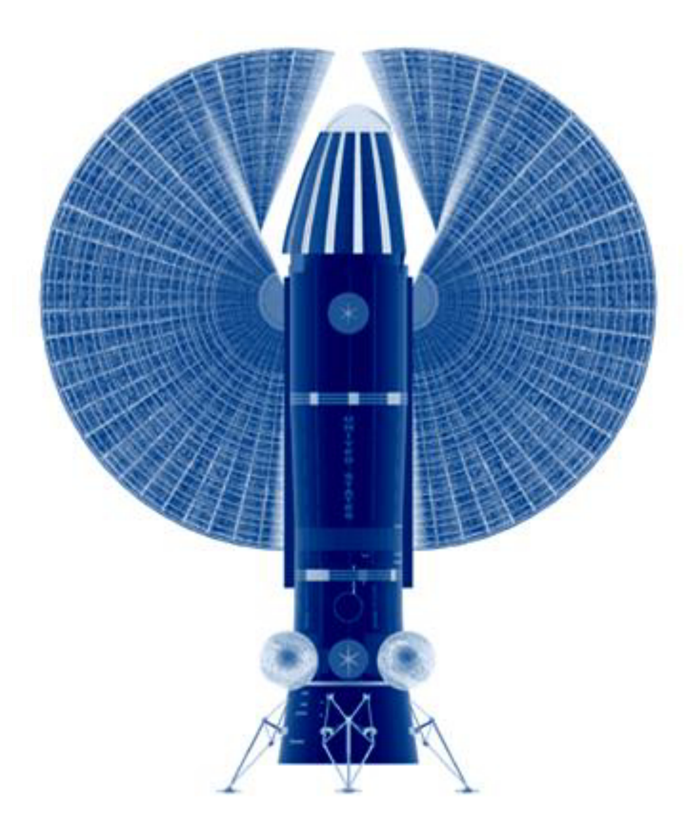
MAnned Lunar LAnding and Return (MALLAR)

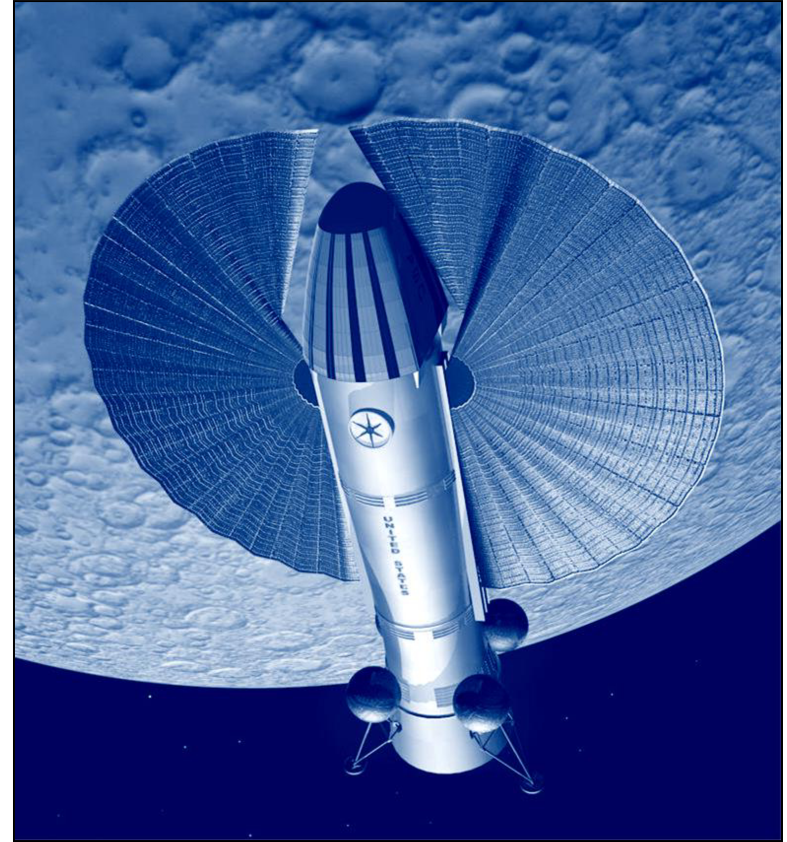
La reunión sobre bases lunares en el Pentágono durante 1959 estimuló a varios de los principales contratistas aeroespaciales a comenzar sus propios estudios, mientras Boeing Co. se centró en el Dyna-Soar para la USAF, Chance Vought creó el Proyecto MALLAR.

Había gente en la comunidad aeroespacial fuera de la NASA que estaba segura de que una misión tripulada a la Luna era posible, y lo sabían desde al menos 1958, los defensores entusiastas incluyeron a los científicos aeroespaciales alemanes que trabajan para el US Army bajo von Braun y un equipo de ingenieros que trabajan para la USAF, entre 1958 y 1959, idearon la forma más eficaz de llegar a la Luna utilizando los cohetes propuestos por el equipo de von Braun.

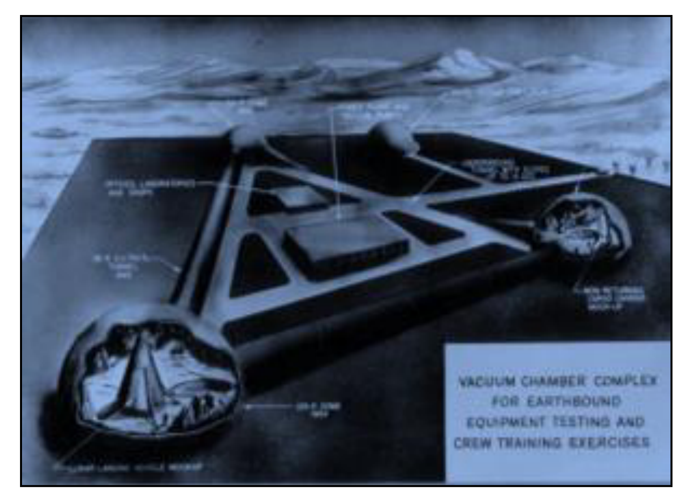
El Proyecto MALLAR nunca fue más allá de un informe detallado, pero tuvo una gran influencia en el enfoque de la NASA para los alunizajes del Apollo, consistía en un sistema de tres módulos conectado a una etapa de refuerzo de inyección translunar.

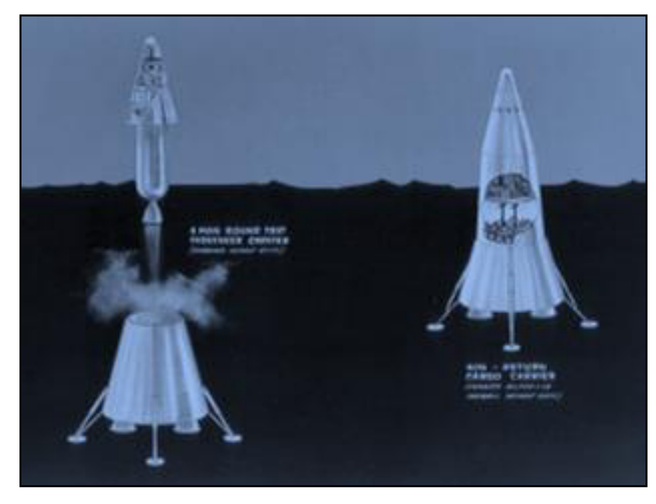
El equipo concluyó que la nave espacial debería colocarse en órbita lunar, y que un módulo de alunizaje con dos tripulantes sería enviado a la superficie lunar, el 15-02-1960, el jefe de los esfuerzos espaciales de la NASA, ordenó al Grupo de Trabajo Espacial de la agencia que siguiera esencialmente la plantilla de MALLAR, 18 meses después, un ingeniero del Centro Langley de la NASA creó MALLIR (muy similar a MALLAR en muchos aspectos), incorporando un sistema de tres módulos y un encuentro en órbita lunar, en un año, MALLIR se había convertido en Apollo.





Vacuum Chamber Complex for Eathbound Equipment Testing and Crew Trainning Exercises

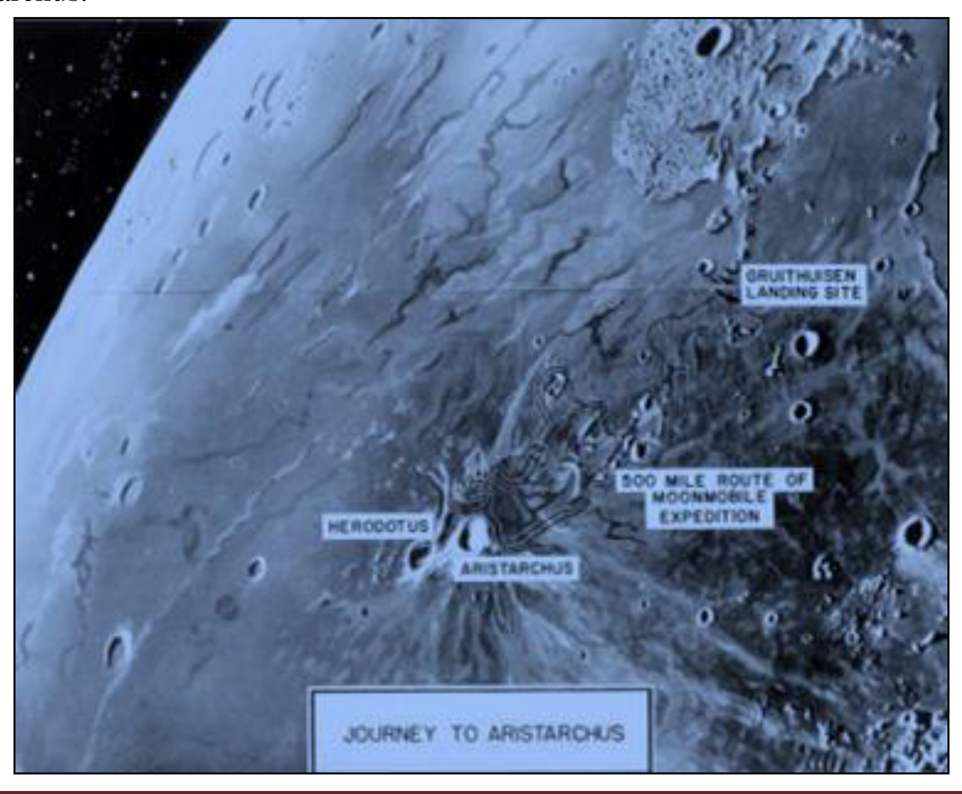




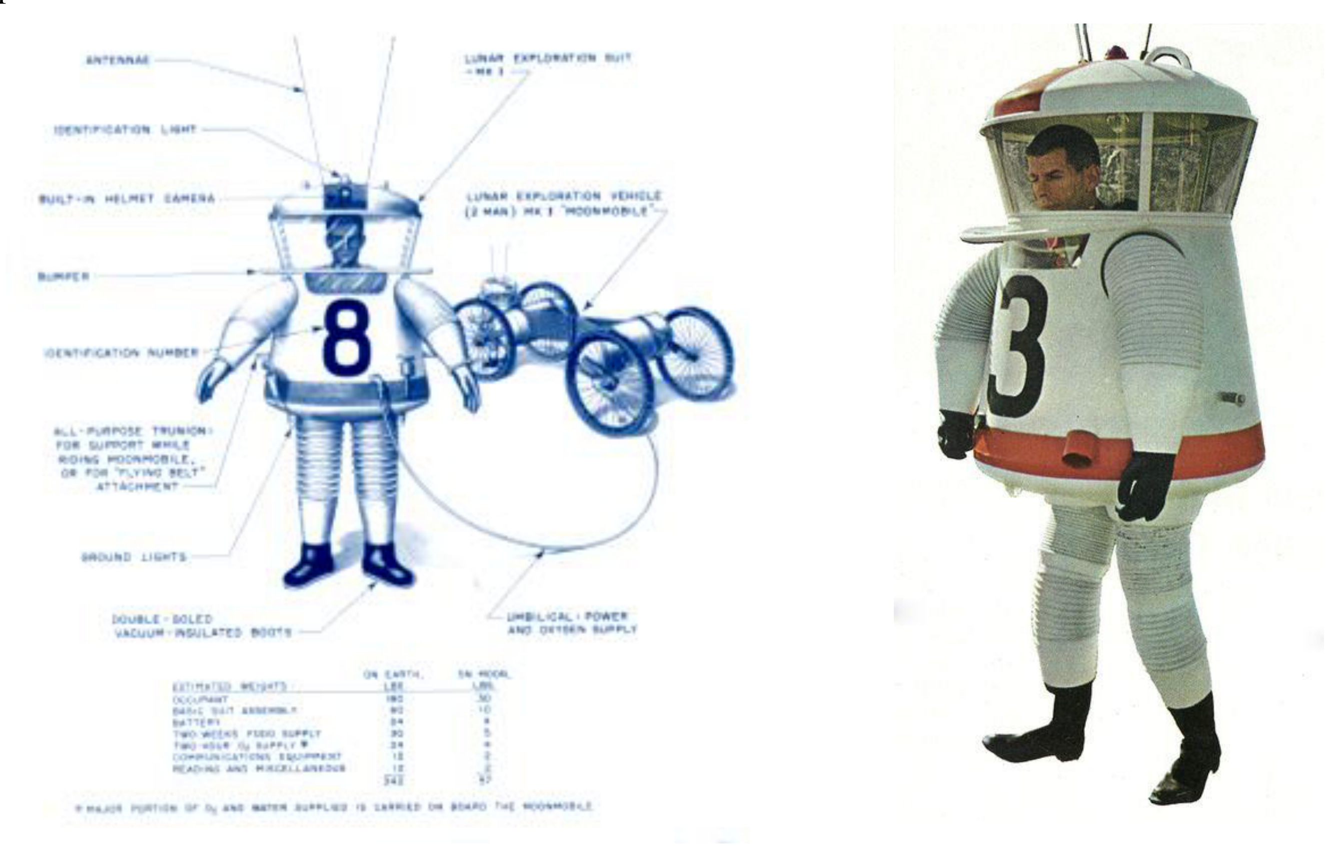
Aerojet General Corp. fue un importante contratista de la NASA que suministró motores y componentes de cohetes; en 1960 creó una versión de una colonia lunar denominada Complejo de Cámara de Vacío para Pruebas de Equipos Terrestres y Ejercicios de Entrenamiento de Tripulación.

Las especificaciones requerían cúpulas de 38 m de diámetro y un sistema de túneles, oficinas, laboratorios e incluso un simulador de viaje a Marte, las cúpulas (que debían estar terminadas en 1964) albergarían los vehículos de alunizaje y los transportadores de carga sin retorno, tripulaciones científicas y de apoyo con equipos primarios para soporte vital, energía, comunicaciones y un vehículo lunar (Moonmovile) propulsado por gas.

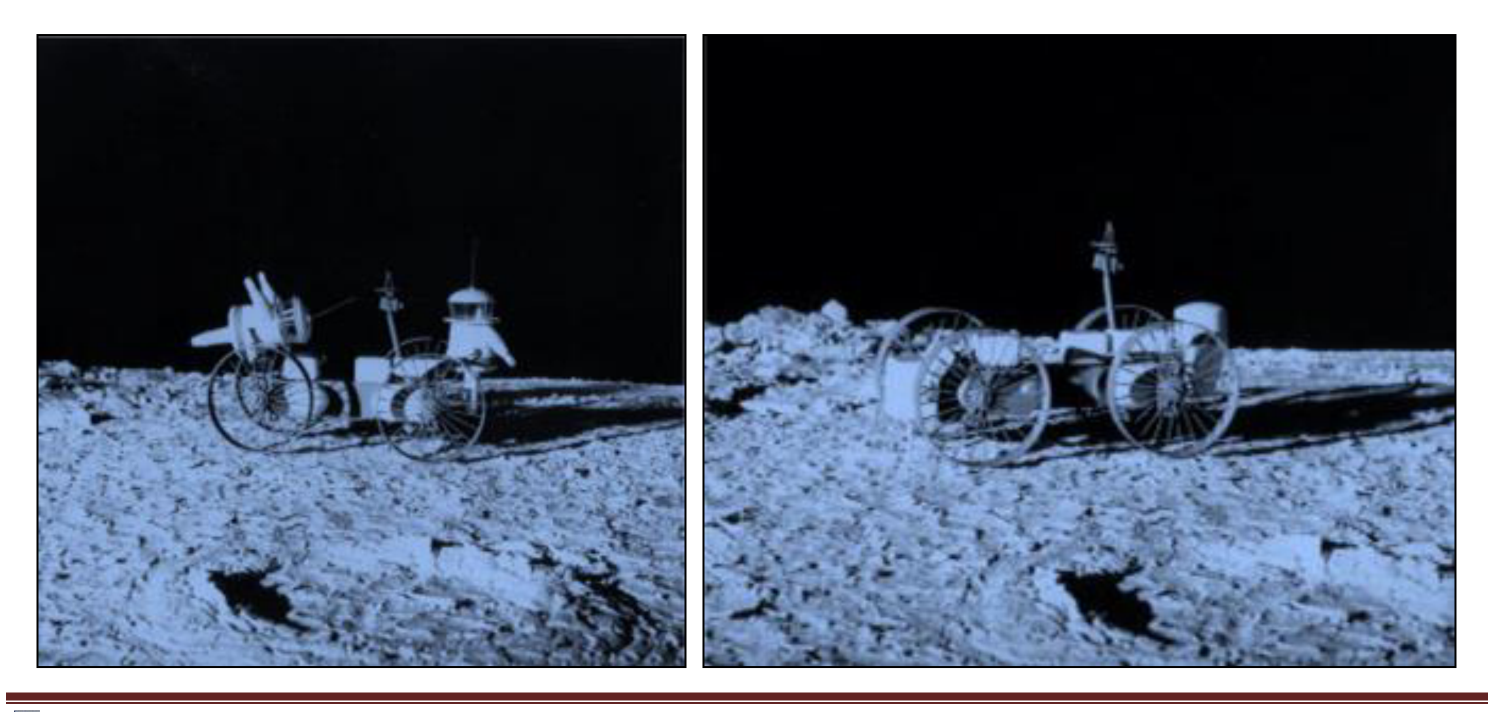
La propuesta era alunizar en el cráter Gruithuisen y hacer una expedición de ida y vuelta en un vehículo lunar hasta el cráter Aristarchus.



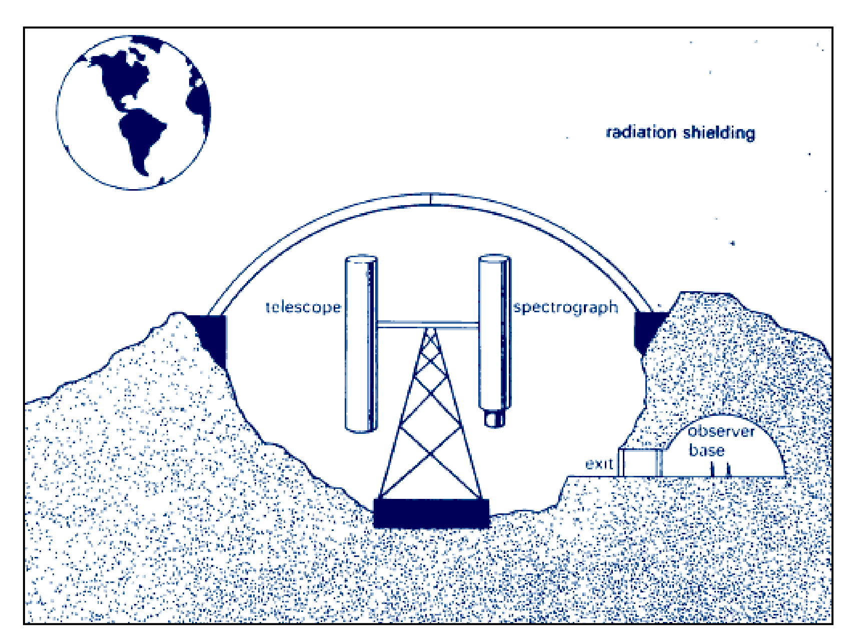
El traje espacial creado para utilizar en actividades extravehiculares en la superficie lunar era voluminoso, con todas las comodidades modernas, llevaría suministro de Oxígeno, agua, energía y un dispositivo de control remoto para poder conducirlo de forma remota.

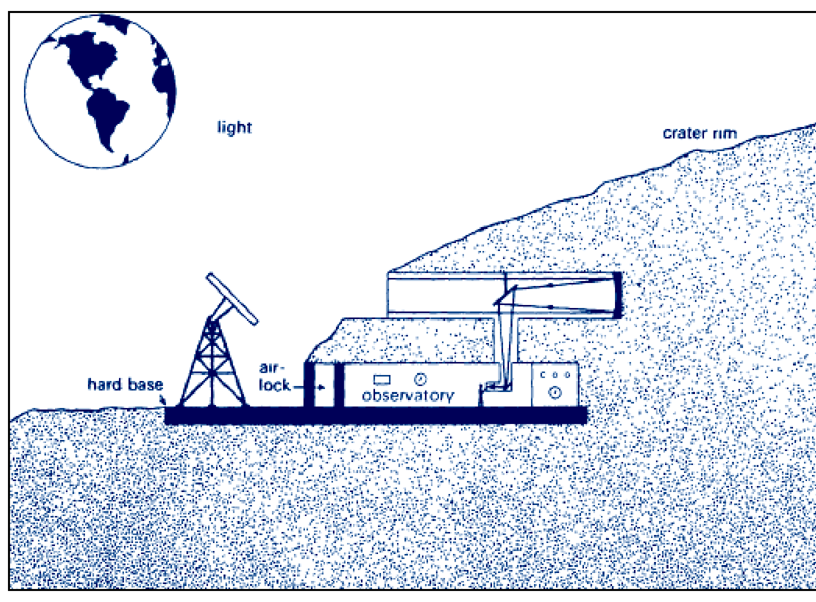


El vehículo de exploración lunar (Moonmovile) podía llevar hasta 2 astronautas con sus trajes, como también existía una versión no tripulada que se podía manejar de forma remota.



Lunar International Laboratory (LIL)





Proyecto propuesto por el Dr. Frank Malina (uno de los fundadores del JPL) a fines de 1960 como un candidato ideal para la primera actividad de la recién formada Academia de Astronáutica (ahora conocida como Academia Internacional de Astronáutica) se realizó un trabajo preliminar antes de septiembre de 1964, cuando en la reunión de ese mes de la Federación Astronáutica Internacional en Varsovia, se discutieron varias ideas para el proyecto, estando discusiones sobre cuestiones políticas, sociales y legales relacionadas con la exploración lunar.

Se esperaba que el emplazamiento del laboratorio pudiera comenzar en 1974 en investigaciones astronómicas (radio y óptica, aunque había algunas preocupaciones sobre la viabilidad de esta última en condiciones lunares) y ciencias lunares, incluida la geología lunar.

La etapa inicial del LIL estaba destinada a ser no tripulada, con instrumentos de alunizaje operados a distancia y otros equipos, incluidos robots móviles, la investigación astronómica probablemente habría sido la prioridad más o menos predeterminada durante este período inicial, ya que telescopios o radiotelescopios basados en la Luna podrían observar mucho más lejos en los confines del espacio y ver objetos celestes mucho más tenues que las observaciones terrestres, resolver detalles mucho más finos de estos objetos y observar mucho mejor en el interior de nuestra Vía Láctea; se pretendía que el LIL eventualmente se convirtiera al menos en una instalación con personal semipermanente una vez que se supieran los problemas sobre la radiación en la superficie lunar; en la reunión se mostró un diseño del arquitecto soviético S. V. Forlov para un gran iglú con capacidad de 20 personas como hábitat propuesto para esta etapa del proyecto, el comité creía que posiblemente el LIL podría establecerse bajo los auspicios de una organización internacional como la ONU o la Unesco.

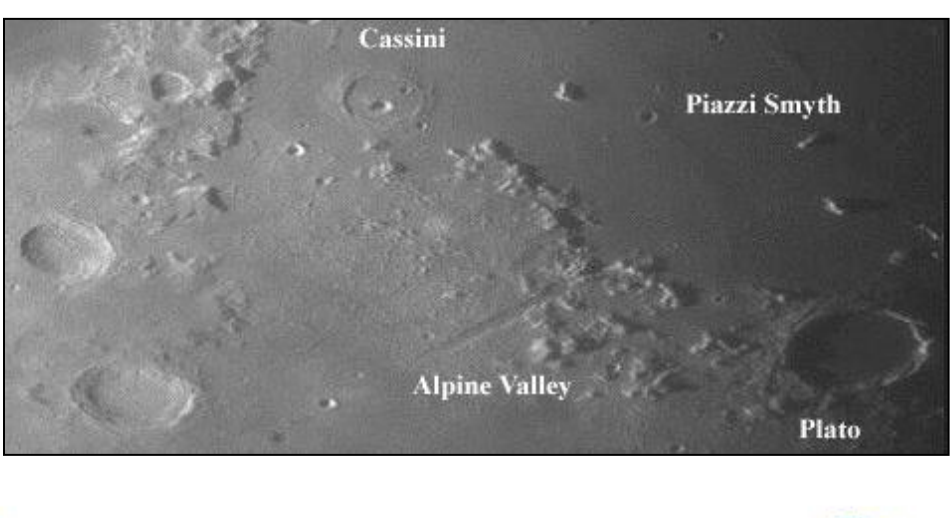
Con el objetivo de que las naciones pudieran unirse, los problemas de establecer un centro lunar de investigación (ILI) podrían reducirse mucho en comparación con centros científicos terrestres; por la lejanía de la Luna que reduce los conflictos de interés nacional y por su poderoso atractivo como una aventura humana en 1963 se aprobó por unanimidad en la Asamblea General de las Naciones Unidas la Declaración de los Principios Jurídicos que Rigen las Actividades de los Estados en la Exploración y el Uso del Espacio Exterior.

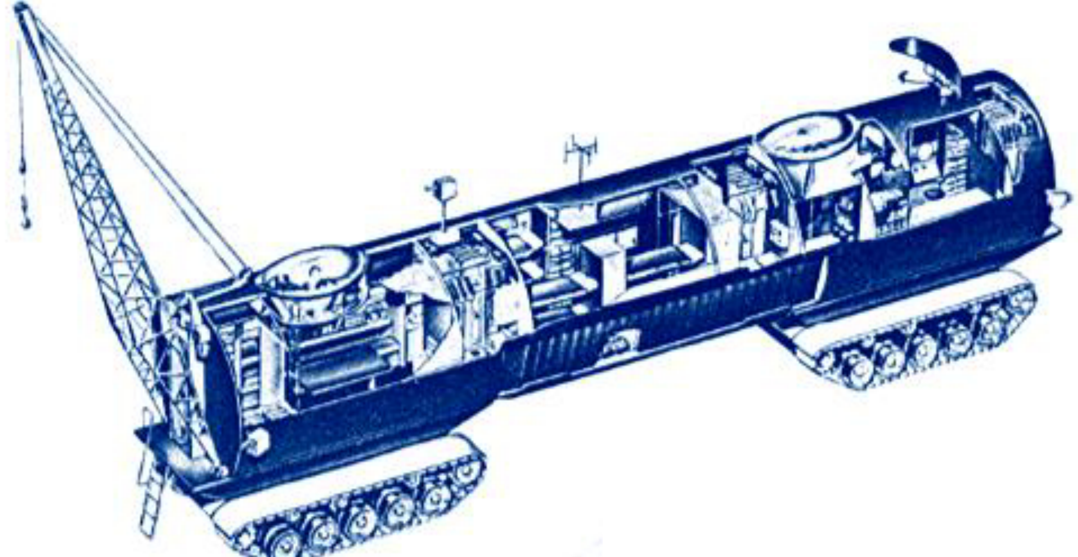
Britain Lunar Manned Program

En 1960 se propuso en Inglaterra un programa tripulado a la Luna dividido en varias fases; la fase 1 (1960-1963) se estudiaría la Luna con sondas de investigación; la fase 2 (1964-1967) se probaría equipo en órbita baja terrestre y lunar, en la fase 3 (1968-1969) se llevaría a cabo el primer alunizaje en el cráter Piazzi Smyth y durante la fase 4 (1970-1971) dos expediciones en la superficie lunar con duración de 70 días.

Para el alunizaje tripulado se utilizaría una nave espacial del tipo Mercury o un pequeño transbordador creado por Armstrong Whitworth; como vehículo lanzador se propuso como 1° etapa un cohete Blue Streak con 4 motores RZ.2 mejorados (el empuje proyectado de cada uno de los motores mejorados habría sido comparable al Saturn-I) y un cohete Blue Prince como 2° etapa, el propulsor de retorno a la Tierra habría tenido 8 motores RZ.2 y 2 turborreactores; el alunizaje tendría lugar en el cráter Piazzi Smyth, Mare Imbrium; posteriormente se establecería una pequeña base lunar donde el equipo de la expedición de superficie alunizaría por vuelos de carga no tripulados, las expediciones serían dos, un equipo se dirigiría hacia el N (Mt. Pico y Alpine Valley en Plato) donde allí se reabastecería gracias a un módulo de carga no tripulado alunizado, la otra expedición se dirigiría en dirección S explorando los cráteres Cassini, Aristillus y Archimedes, reabasteciéndose con un módulo de carga no tripulado; el Parlamento británico nunca lo tomó en serio, considerando que su desarrollo era demasiado costoso.



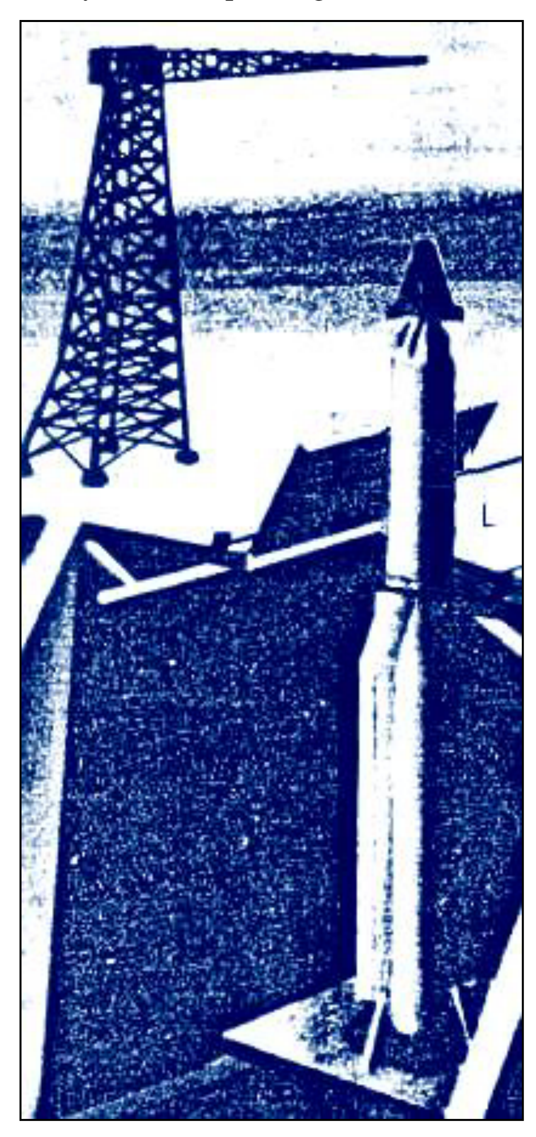




Lunar Expedition (LunEx)

Aunque los políticos finalmente decidieron que la NASA emprendería una misión tripulada a la Luna, la USAF había estado trabajando intensamente en un conjunto de planes altamente clasificados para su propio programa lunar, el estudio inicial de 1961 de la USAF, que se concentró en establecer un pequeño puesto de avanzada que se usaría para la observación de la Tierra, le siguió uno mas ambicioso que recibió la designación SR-192 y parte del título de este plan era la capacidad de represalia de bombardeo militar desde una base lunar, otra propuesta, aún más ambiciosa fue la SR-182 que hablaba del despliegue de vehículos interplanetarios portadores de armas, se abrieron oficinas para este programa en la Base Aérea Wright-Patterson y participaron muchos contratistas como Boeing, Douglas, Republic y Martin, todas las partes acordaron que el establecimiento de una base lunar sería técnicamente factible durante la década de 1960

En 1961, la División de Misiles Balísticos de la USAF entregó sus planes para una expedición humana a la luna llamada LunEx, usaría un lanzador criogénico para un ascenso directo a la Luna, la tripulación de tres astronautas llegaría en diez días a la Luna dentro de una nave que actuaría como módulo de alunizaje y vehículo de reingreso, el proyecto tomó prestado el trabajo realizado en el vehículo espacial alado Dyna-Soar (que luego fue cancelado), el coronel Evans pasó al programa del Laboratorio de Órbita Tripulada de la USAF, un plan para lanzar una estación espacial militar, que también sería cancelada a fines de la década de 1960; aunque Vought se convirtió en el principal contratista de la NASA para estudiar los acoples en la órbita lunar.



Si se hubiera llevado a cabo el Proyecto LunEx en lugar del Apollo, Estados Unidos habría terminado en la década con un vehículo de lanzamiento muy similar al STS, y podría haber proporcionado una mejor base para los programas de seguimiento que la que hizo Apollo, estudios de vehículos de lanzamiento de la USAF de finales de la década de 1960 nuevamente arrojaron una configuración muy similar, y la NASA finalmente llegó a la misma conclusión también para el diseño del STS.

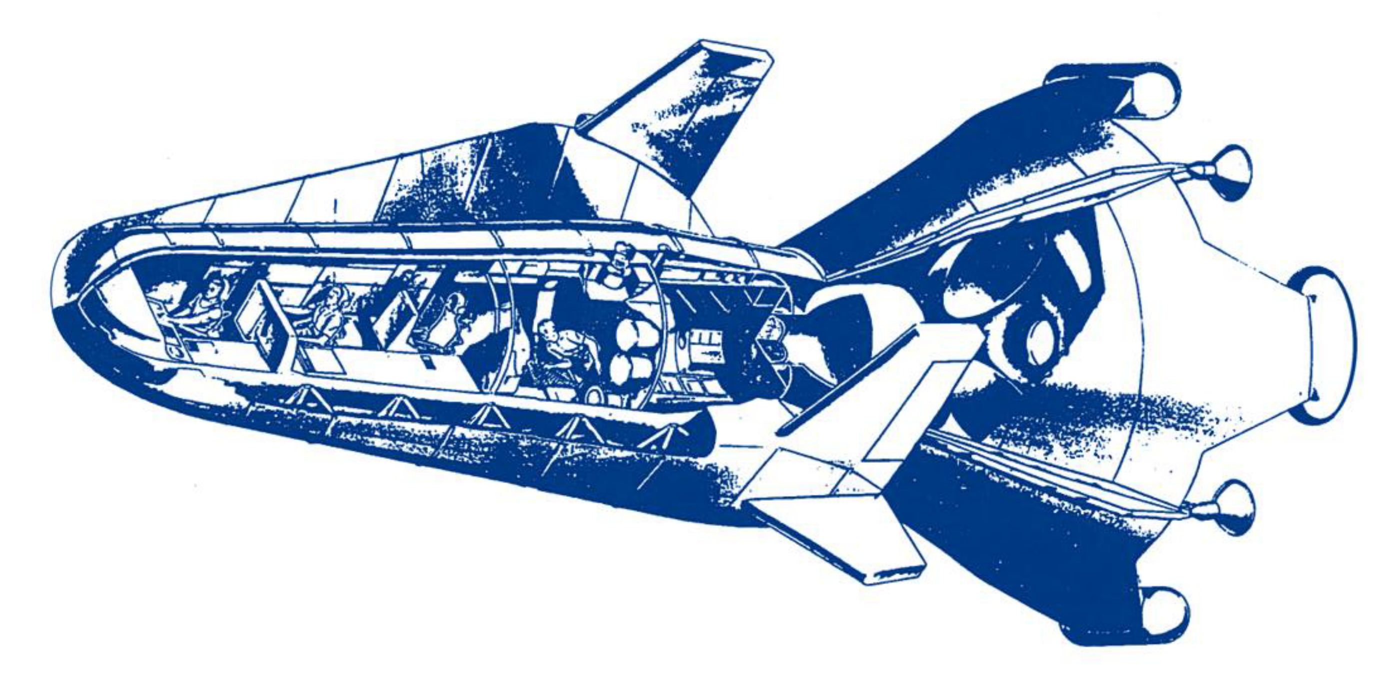
El objetivo era la exploración tripulada de la Luna con el primer alunizaje tripulado a mediados de 1967, y establecer el LunEx en 1968, el plan requeriría del desarrollo de equipos, materiales y técnicas para transportar hombres hacia y desde la superficie lunar y para proporcionar una instalación lunar que permitiría a los hombres vivir y trabajar en el entorno extremo de la Luna.

Estudios realizados por equipos de la USAF y la industria examinaron todas las facetas del problema y las técnicas de enviar astronautas a la Luna y dieron como resultado un concepto factible económico y confiable que se podría lograr en una fecha temprana, los laboratorios de la USAF participaron en este esfuerzo, estableciendo así una amplia base tecnológica que podía reaccionar rápidamente a un programa ampliado de alta prioridad.

La misión lunar se iniciaría con el lanzamiento de la carga útil lunar mediante un propulsor líquido o sólido de tres etapas, que constaría de una etapa de alunizaje, etapa de lanzamiento desde la superficie lunar y un vehículo tripulado, para su alunizaje se requeriría de balizas preposicionadas en un sitio anteriormente seleccionado.

La etapa de lanzamiento lunar proporcionaría el impulso necesario para el regreso a la Tierra del vehículo de reingreso tripulado denominado LunEx utilizando el frenado aerodinámico y aterrizando normalmente como un avión, también se incluía en este plan la carga útil que utilizaría el mismo impulsor de lanzamiento de tres etapas y las mismas técnicas de alunizaje. Sin embargo, no volvería a la Tierra y solo se usaría para transporte suministros y carga para la expedición a la Luna.

El vehículo de reingreso (tipo Dyna Soar) con capacidad de tres astronautas, debía ser capaz de reingresar en la atmósfera terrestre y realizar un aterrizaje como una aeronave convencional, para ese objetivo se necesitaría de un control y guía mejorados para su ingreso a la atmósfera terrestre en el lugar y el ángulo adecuados, así como mejores materiales para soportar las altas temperaturas y un equipo de soporte vital adecuado, el desarrollo de este vehículo espacial era la clave para la realización del programa y uno de los puntos de referencia del desarrollo.



Para llevar a cabo los objetivos se requeriría información adicional sobre la superficie lunar, la toma de fotografías de toda la superficie (el programa Surveyor podría incorporar radiobalizas que se usarían más tarde para el alunizaje) y la búsqueda de una muestra de material lunar lo antes posible para que se pudiera lograr el diseño de los dispositivos de alunizaje y las instalaciones lunares.

El desarrollo clave en este programa era el Vehículo de Transporte Lunar que estaría compuesto por el Sistema de Lanzamiento Espacial y la Carga Útil Lunar Tripulada que constaba de un vehículo de reingreso Lunex de tres astronautas, una etapa de lanzamiento lunar y una etapa de alunizaje que se posaría en un sitio preseleccionado y utilizando equipo de guía terminal y una baliza posicionada con anterioridad.

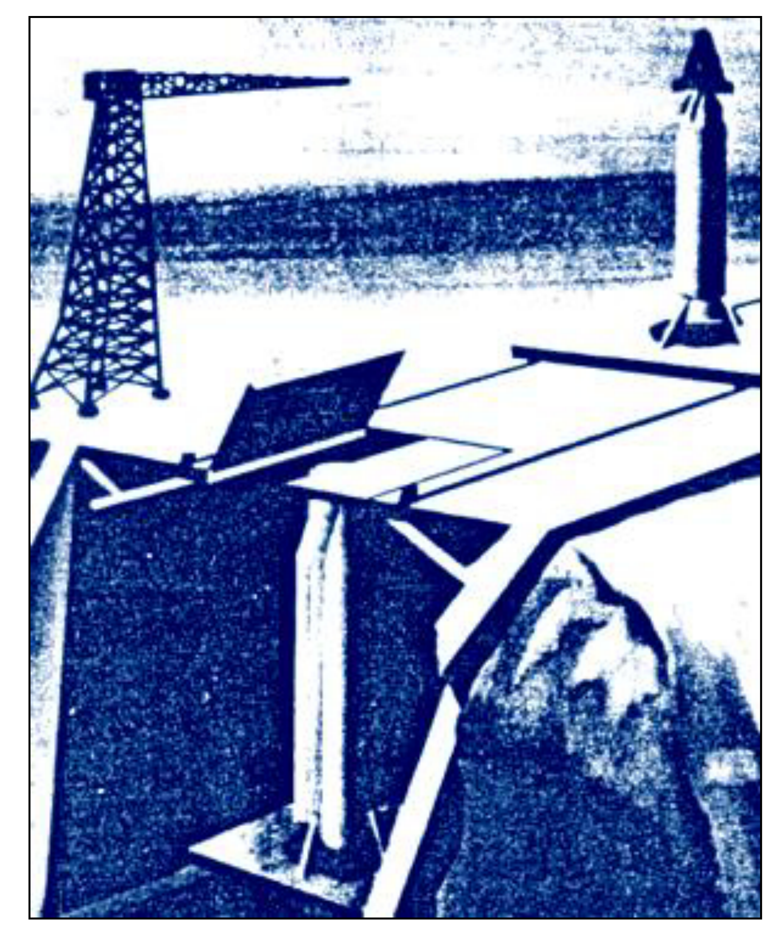
La Etapa de Lanzamiento Lunar, utilizando la Etapa de Alunizaje como base, lanzaría el Vehículo de Reentrada Lunex en la trayectoria de regreso (en los lanzamientos de prueba antes de que se incluyan tripulantes, la cuenta regresiva y el lanzamiento se efectuarían automáticamente por orden desde la tierra, la filosofía de desarrollo y prueba de este programa era lanzar los sistemas tripulados lo antes posible, pero en un estado no tripulado, proporcionando experiencia y permitiendo que el sistema fuera verificado y calificado antes del primer vuelo tripulado.

Este ambicioso y complejo proyecto comenzaría con un vuelo circunlunar en 1966 y un alunizaje tripulado en 1967, se propuso un sistema de transporte espacial muy sofisticado, que utilizaba un enorme cohete Nova de tres etapas para lanzar vehículos tripulados y no tripulados a la Luna.

Los vuelos tripulados directos a la Luna de dos días se realizarían con el avión espacial de tres tripulantes, este vehículo con forma de delta aterrizaría en posición vertical sobre la superficie lunar usando una unidad de cola especial, que eventualmente se usaría como plataforma de lanzamiento para el viaje de regreso de la nave espacial a la Tierra.

Después del reingreso, el cuerpo de elevación haría un aterrizaje en una pista convencional, para 1968, la USAF planeó tener un puesto de avanzada permanente en la Luna conocido como The Facility, esta base, habría sido ensamblada a partir de módulos cilíndricos que serían enterrados debajo de la superficie lunar.

Cuando el programa LunEx comenzó a cobrar impulso, se anticipó que se realizaría un vuelo cada dos semanas, el Centro Espacial de Cabo Cañaveral fue el sitio de lanzamiento principal, y el Complejo Aéreo Naval de Corpus Christi se discutió como un sitio de lanzamiento secundario.



Muchas de las técnicas del Proyecto Lunex reaparecen en los primeros planes de expedición lunar L-3 de Korolev, incluyendo la selección de sitios por sondas automatizadas; la instalación de transpondedores de búsqueda en la superficie lunar para el alunizaje de precisión de módulos de alunizaje tripulados y naves de carga (por la nave espacial Surveyor en Lunex, por los módulos de aterrizaje Luna Ye-8 y Lunokhods en los planes rusos); y métodos de alunizaje directo.

En 1961, la División de Sistemas Espaciales de la USAF entregó su estudio LunEx clasificado a altos funcionarios, los asesores del presidente Kennedy revisaron la propuesta, pero su decisión fue la de utilizar a la NASA para la misión civil a la Luna y la posibilidad de financiar un proyecto militar alternativo era impensable.

Como consecuencia, el proyecto clasificado LunEx fue archivado hasta finales de 1999.

<u>One-Way Space Man (OWSM)</u>

Paralelamente al lanzamiento de John Glenn en su vuelo a bordo de la cápsula Mercury, la NASA y varios comités asesores debatieron cómo Estados Unidos debía alcanzar la Luna lo antes posible y comenzó a planificar un programa para cerrar la brecha entre Mercury y Apollo; el 7-12-1961, la NASA anunció planes para una nave espacial Mercury Mark-II de dos tripulantes que superaría los logros de las naves Vostok a partir de 1963 y 1964; en 1962, Mercury Mark-II pasó a llamarse Gemini, estas misiones expondrían a las condiciones espaciales a los astronautas durante hasta dos semanas (aproximadamente la duración de una misión lunar) y probarían caminatas espaciales y maniobras orbitales.

En este contexto, John M. Cord, Ingeniero de Proyectos en la Div. Diseño Avanzado de Bell Aerosystems Co., y Leonard M. Seale, psicólogo a cargo de la División de Factores Humanos de Bell, desarrollaron un plan para una misión que llevaría a un hombre a la Luna antes que los soviéticos.

Presentaron su propuesta de una misión espacial tripulada unidireccional en la reunión del Instituto de Ciencias Aeroespaciales (IAS) a mediados de 1962; explicaron que, dado que no se requerirían propulsores, ni paracaídas ni escudo térmico de reentrada atmosférica para salir de la Luna, se reduciría el peso de la nave espacial, permitiendo que un cohete como el Saturn-I con una etapa superior avanzada o un derivado del misil Titán, podía lanzar un módulo de alunizaje de un solo tripulante en un camino de ascenso directo a la Luna, tal cohete, estimaron, estaría listo en 1964/65.

Aunque lo llamaron unidireccional, los especialistas no propusieron una misión suicida, estimaron que un cohete capaz de lanzar una misión Apollo Direct-Ascent de tres hombres para recuperar el OWSM, estaría disponible en el período 1965/67 (entre 18 y 24 meses después de su llegada a la Luna) Sin embargo, la misión sería bastante peligrosa, debido al hecho de que, después de su fase de impulso, el período entre el despegue de la Tierra y la inyección translunar, el astronauta no podría abortar si tenía algún problema técnico o peligro ambiental que amenazara su vida.

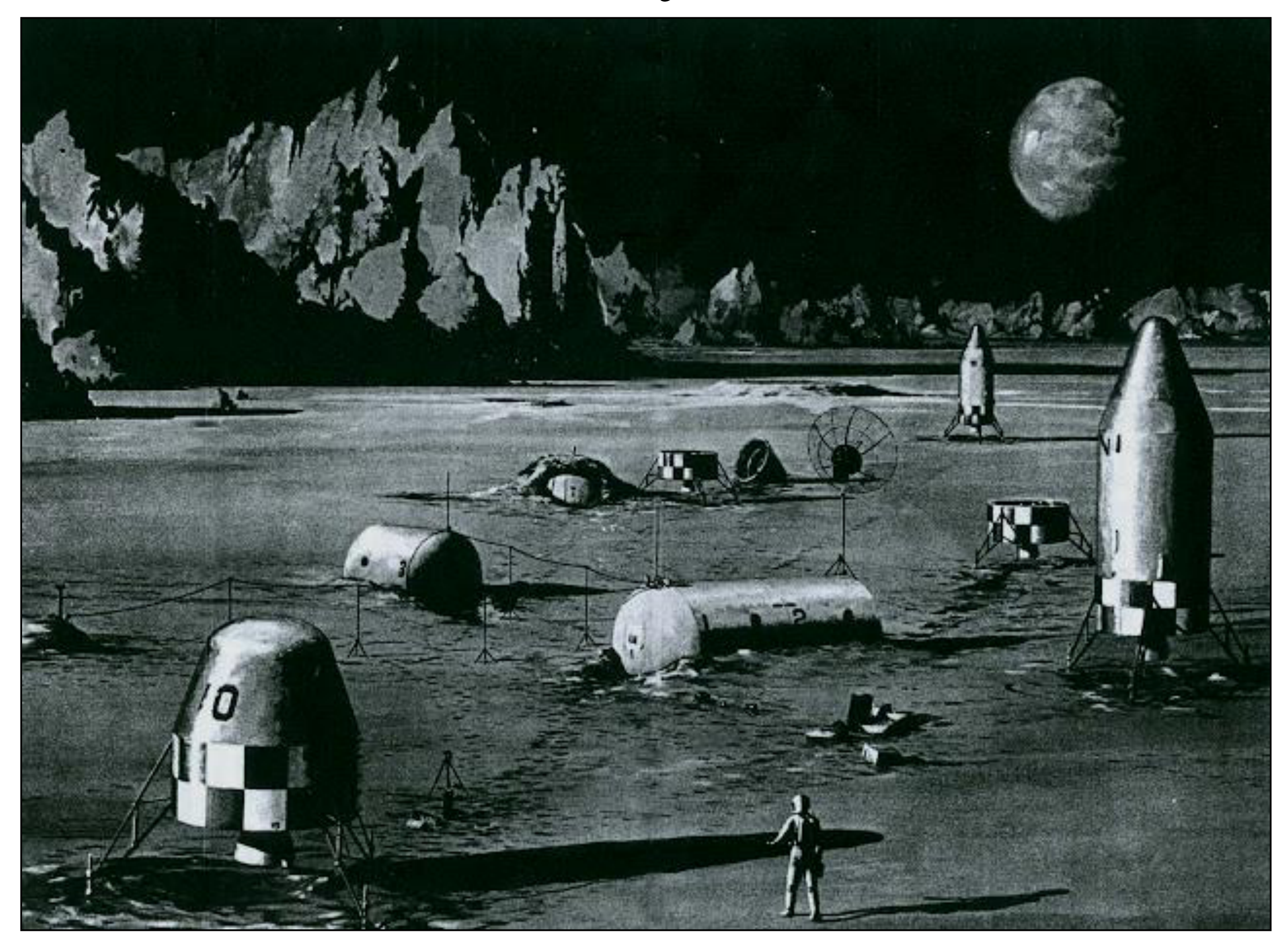
Cord y Seale vieron su misión como parte de una serie de misiones lunares cada vez más capaces, primero se lanzarían las misiones de sobrevuelo y órbita lunar para evaluar los riesgos de radiación y fotografiar la Luna para evaluar la rugosidad del terreno, la nave Ranger automatizada luego fotografiaría de cerca áreas pequeñas que serían seleccionadas a medida que caían hacia un impacto destructivo, un diseño del Ranger, ligeramente diferente haría aterrizar instrumentos robustos, como sismómetros, en la superficie lunar, luego, alunizajes suaves con naves Surveyor visitarían los posibles sitios de aterrizaje del OWSM para enviar imágenes y realizar experimentos en la superficie y determinar si el OWSM podía alunizar de manera segura; rovers automatizados lo seguirían para la recopilación de datos detallados sobre el sitio de alunizaje, colocando una radiobaliza de búsqueda para guiar al módulo de alunizaje del OWSM y los módulos de carga.

La misión One-Way Space Man vendría a continuación, luego comenzarían las misiones Apollo de ida y vuelta, el primer Apollo se establecería cerca de la base lunar del OWSM; una de las tareas del One-Way Space Man sería seleccionar un sitio seguro para el módulo de alunizaje Direct-Ascent Apollo que llevaría una tripulación de 3 astronautas, el Programa Apollo podría entonces conducir a una base lunar permanente.

Además de un cohete propulsor, se desarrollaría una cápsula de tripulación mínima, módulo de carga, una etapa con tren de alunizaje extensible en ambos vehículos y un diseño para el OWSM.

Entonces comenzarían las pruebas, incluyendo pruebas de cápsulas tripuladas en órbita terrestre con primates, muy parecidas a las realizadas antes de los vuelos tripulados Mercury, luego alunizaría un módulo de carga equipado con sensores de ingeniería y transmisores de telemetría; posteriormente cuatro módulos de alunizaje de carga se dirigirían a la baliza de referencia emplazada por el rover en el sitio de alunizaje del OWSM, los vuelos de carga probarían los sistemas comunes al módulo de alunizaje del astronauta y pre-alunizarían suministros y equipamiento que usaría para construir su base, finalmente, el OWSM (astronauta) sería lanzado hacia la Luna.

La cápsula de la tripulación de mediría 3 m de ancho en su base y alrededor de 2 m de alto, proporcionaría 9 m^3 de volumen habitable para el One-Way Space Man, tendría un peso total de 993 Kg, su baja masa se debía en gran parte a la falta de un escudo térmico integral de reentrada terrestre, el escudo térmico se descartaría al final de la fase de impulso junto con otros sistemas de aborto de lanzamiento, además del astronauta, la cápsula transportaría comida y agua para 12 días, Oxígeno para 12 días más un suministro de emergencia para 18 días, un traje espacial con mochila de soporte vital recargable, herramientas y un kit de primeros auxilios, no proporcionaría una protección adecuada contra la radiación durante el viaje Tierra-Luna y estadía en ella mientras establecía su base lunar; debido a que proporcionar un blindaje adecuado agregaría mucho peso echando a perder todo el plan, Cord y Seale señalaron que el próximo período de gran actividad de erupciones solares no comenzaría hasta 1967, momento en el cual, si todo salía bien, el OWSM habría regresado a la Tierra.



Inmediatamente después de alunizar, el astronauta se pondría a trabajar para establecer su base, la suya sería una carrera contra el tiempo; además de la amenaza constante de una llamarada solar, las celdas de combustible de la cápsula podrían proporcionar electricidad durante no más de 9,5 días para cuando alunizara, saldría de su cápsula a través de una de las dos escotillas, la cápsula no incluiría cámara de aire; para salir o entrar, el astronauta despresurizaría o volvería a presurizar toda la cápsula cuya atmósfera consistiría en Oxígeno puro.

Cord y Seale advirtieron que el entorno en el que entraría el astronauta sería extremadamente peligroso, de hecho, pronosticaron condiciones de superficie lunar más duras de las que realmente existen, esperaban que encontrara pocos lugares llanos y muchas rocas afiladas que serían especialmente peligrosos durante los primeros días, cuando no estaría acostumbrado a la baja gravedad, la dura luz solar (casi el doble tan brillante como en la Tierra), y sombras profundas de la superficie lunar.

También se pensaba que el polvo de micrometeoritos cubriría porciones de la superficie hasta una profundidad de alrededor de un metro, el astronauta levantaría el polvo mientras se movía, combinado con el polvo levantado por impactos de micrometeoritos, éste caminaría en una verdadera tormenta de polvo que a veces oscurecería la visión, e inevitablemente llevaría polvo a la cápsula, anticipando que esto ejercería presión sobre el sistema de filtrado de aire y podría dañar otros sistemas, también se intentó estimar con qué frecuencia los micrometeoritos penetrarían el traje espacial, informando que viajarían a una velocidad promedio de 40 Km/seg., descubrieron que un traje presurizado hecho de nailon de 3 capas cosido experimentaría un promedio de 1,3 penetraciones cada 4 hrs., lo que agregando una capa de sellador de traje reduciría el peligro de descompresión, pero no haría nada para proteger el cuerpo del astronauta de los impactos de los micrometeoritos, por ese motivo, una capa de aluminio tejido de 0,1 cm de espesor reduciría drásticamente el número promedio de pinchazos a 0.007 por cada 4 hrs de caminata lunar y atenuaría los impactos. Sin embargo, dificultaría el movimiento; finalmente se recomendó que el astronauta fuera equipado con un traje rígido de piel de aluminio que permitiría solo 0,002 penetraciones por 4 hrs de caminata lunar.

Durante sus primeros 9 días en la Luna, el astronauta descargaría los cuatro módulos de carga, cada una de las cuales mediría 3 x 4 m de largo y transportaría 400 Kg de suministros y equipos; dos cápsulas, cada una equipada con un piso, sistemas de soporte vital pre instalados y suministros de arranque, se convertirían en su refugio, inclinaría cada uno de lado, colocando sus pisos paralelos a la superficie lunar, y quitaría sus conos de nariz, luego uniría las dos cápsulas con un cabrestante, formando un espacio habitable de unos 7 m de largo.

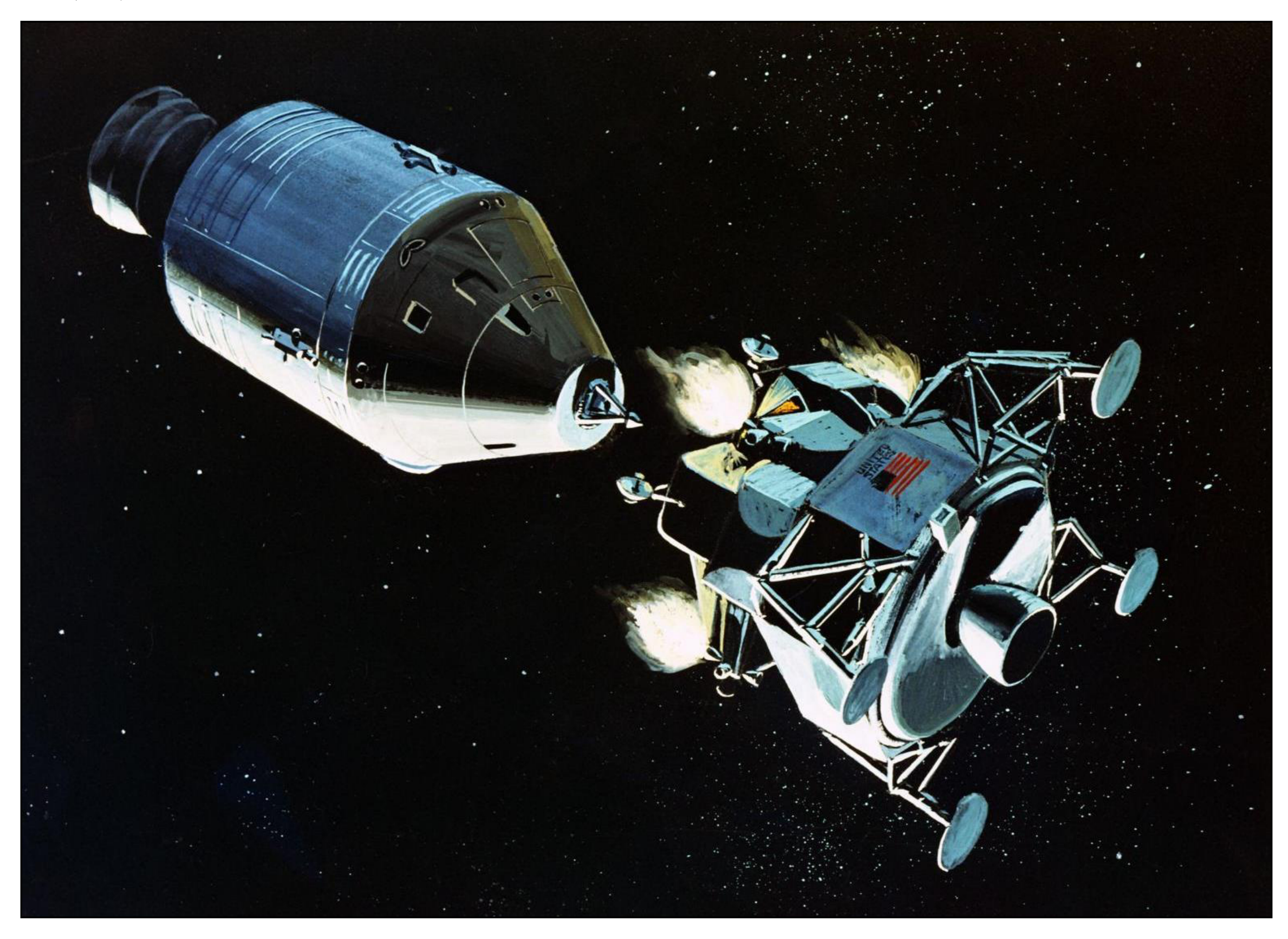
Los especialistas señalaron que enterrar el refugio bajo la superficie lunar brindaría protección contra los micrometeoritos y reduciría su nivel de radiación interior. Sin embargo, mover suficiente material de la superficie para enterrar adecuadamente el refugio, estaría más allá de las capacidades de un astronauta solitario, por lo que sugirieron que el casco de su refugio llevara escudos de micrometeoritos de metal delgado dentro de una de las cápsulas de carga; los escudos, que estarían a varios cm del casco, romperían y vaporizarían los micrometeoritos que los golpearan y penetraran, mitigando su impacto en el casco del refugio.

Para la protección contra la radiación, propusieron un pequeño refugio de radiación separado que podría enterrarse fácilmente o trasladarse a una pared de un cráter; asumieron que 2 m de rocas y polvo lunar serían suficientes para proteger al astronauta de las erupciones solares, cuando los detectores registraran un aumento brusco de la radiación en el sitio de la base, éste se apresuraría al refugio de radiación, a medida que aumentara su rango de operaciones, establecería otros pequeños refugios en lugares estratégicos alrededor de su sitio base.

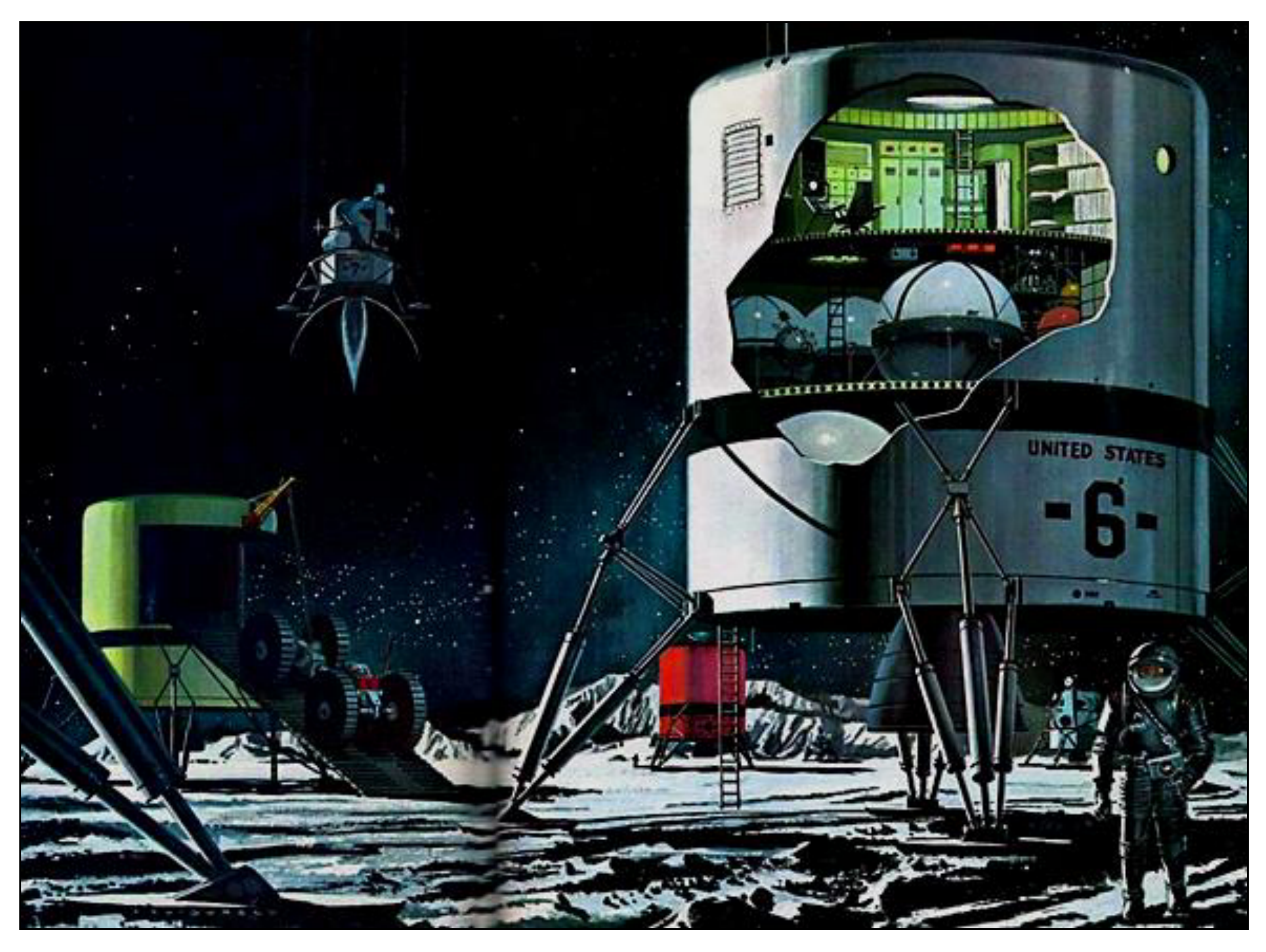
El OWSM llevaría un reactor nuclear para generar energía eléctrica, a diferencia de las celdas solares, el reactor podría generar electricidad durante la fría noche lunar de dos semanas, el astronauta movería el reactor de uno de los módulos de alunizaje de carga a un pequeño cráter y, después de tender cables aéreos de regreso al refugio y activarlo, lo enterraría para protegerse de su radiación ionizante.

Cord y Seale estimaron que se necesitarían 13 módulos de alunizaje de carga por año para entregar suministros de soporte vital, tres módulos de alunizaje de carga más entregarían piezas para un rover multipropósito y equipo de construcción, y uno entregaría el reactor nuclear, el equipo de radio y una gran antena de alta ganancia, tres naves más llevarían cargas útiles e incluirían equipo científico; establecer el refugio necesitaría dos módulos de alunizaje de carga, en total, el OWSM necesitaría 22 módulos de alunizaje de carga durante su primer año en la Luna, cuando necesitarían suministros de emergencia, como medicamentos, Cord y Seale sugirieron que se mantuviera en espera un pequeño propulsor con un módulo de carga especial para alunizajes bruscos.

Pocas semanas después de la presentación de Cord y Seale, la NASA anunció que había seleccionado el modo Lunar Orbit Rendezvous (LOR) para las misiones lunares Apollo (no Direct-Ascent), LOR vería una nave Apollo con un astronauta solitario a bordo permaneciendo en órbita lunar mientras los otros dos descendían a la superficie en un módulo de alunizaje, conocido primero como Módulo de Excursión Lunar (LEM) y luego como Módulo Lunar (LM).



Lunar Exploration System for Apollo (LESA)



El concepto inicial de LESA desarrollado para la NASA en 1963 proponía a 6 personas en la Luna durante 6 meses contemplando un enfoque de bloques de construcción basado en varios módulos diferentes, usaría un nuevo vehículo de alunizaje para cargas útiles de 10,5 tn a 25 tn, las naves espaciales CSM y LM derivadas del programa Apollo permitirían rotar a las tripulaciones a la base lunar en constante expansión y, finalmente, permanente. Un reactor nuclear proporcionaría energía.

La evolución a una base lunar pasaría desde las naves utilizadas en el Programa Apollo (CSM y LEM) a AES (Sistemas de Extensión de Apollo) a ALSS (Sistema de Apoyo Logístico de Apollo usando el LEM Truck), y finalmente a LESA (Sistema de Exploración Lunar para Apollo) los módulos desarrollados para ALSS o LEM Truck podrían usarse en los sistemas LESA para lograr uniformidad y reducir los costos de desarrollo. El resultado final serían estaciones permanentes en constante expansión en la luna.

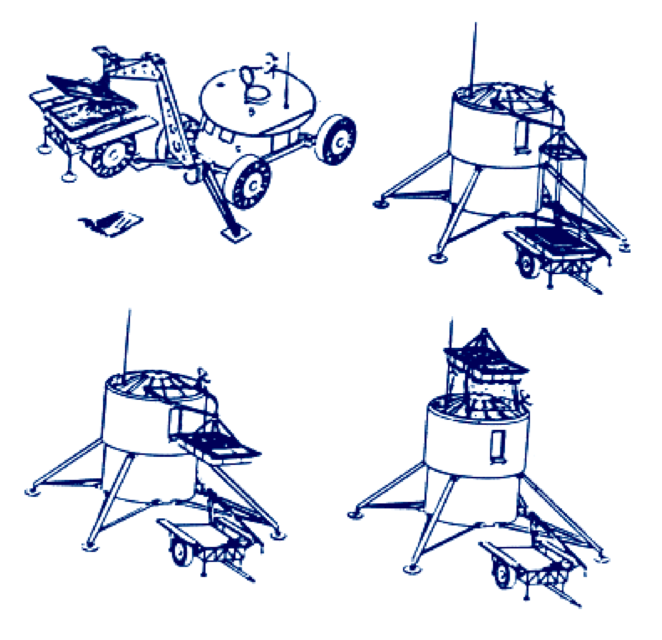
El cronograma en la expansión sería de dos astronautas con naves Apollo con una estadía de 2 días, le seguiría AES, con 2 astronautas con estadía de 14 días en el LEM utilizado como refugio (2050 Kg de carga útil en superficie); ALSS con dos astronautas en un refugio o vehículo MOLAB (4100 Kg de carga útil en superficie); LESA I con 3 astronautas con estadía entre 14/30 días (10,5 tn de carga útil en superficie); LESA I/MOLAB con 3 astronautas con estadía de 90 días (12,5 tn de carga útil en superficie); LESA II 6 astronautas con estadía de 180 días en un refugio y vehículo itinerante de rango extendido (35 tn de carga útil de superficie)

Para la exploración exhaustiva de una sola ubicación consistiría en un solo alunizaje de reconocimiento tripulado del sitio base seleccionado, seguido de seis lanzamientos Apollo; el enfoque AES o ALSS seguiría al vuelo de reconocimiento por 6 alunizajes de carga y tripulados, lo que resultaría en un total de 86 días-hombre en la Luna; la aproximación LESA, con un módulo de alunizaje de carga seguido de dos tripulados en secuencia en el mismo refugio y el rover, permitiría 542 días de estadía en la Luna.



Para LESA, se concibió un módulo de alunizaje directo, el Vehículo de Alunizaje (LLV) aprovecharía al máximo la capacidad de carga útil translunar del cohete Saturn-V, tendría una carga útil de 12.7 tn, que incluiría sistemas de soporte vital y consumibles, refugio y un vehículo itinerante lunar, el refugio fue diseñado para 6 tripulantes, pero solo tres lo usarían en las primeras misiones. Consistía en una esclusa de aire, estructura central abovedada cilíndrica y un área de trabajo exterior y un espacio adecuado en el que los astronautas operaran los controles en caso de una despresurización de emergencia.

Un reactor nuclear basado en tecnología SNAP alimentaría las bases LESA posteriores, produciendo de 100 kW a 200 kW, con un peso de 11,7 a 13,5 tn, incluido el blindaje integral (no tendría que ser enterrado bajo el regolito lunar), tendría que estar ubicado a uno o 2 Km del refugio para mantener la dosis de radiación del personal dentro de niveles aceptables, tendría una vida útil de 10000 hrs y se esperaba que estuviera listo a mediados de la década de 1970, tendría 6,22 m diámetro y una altura con los radiadores plegados de 8,89 m.

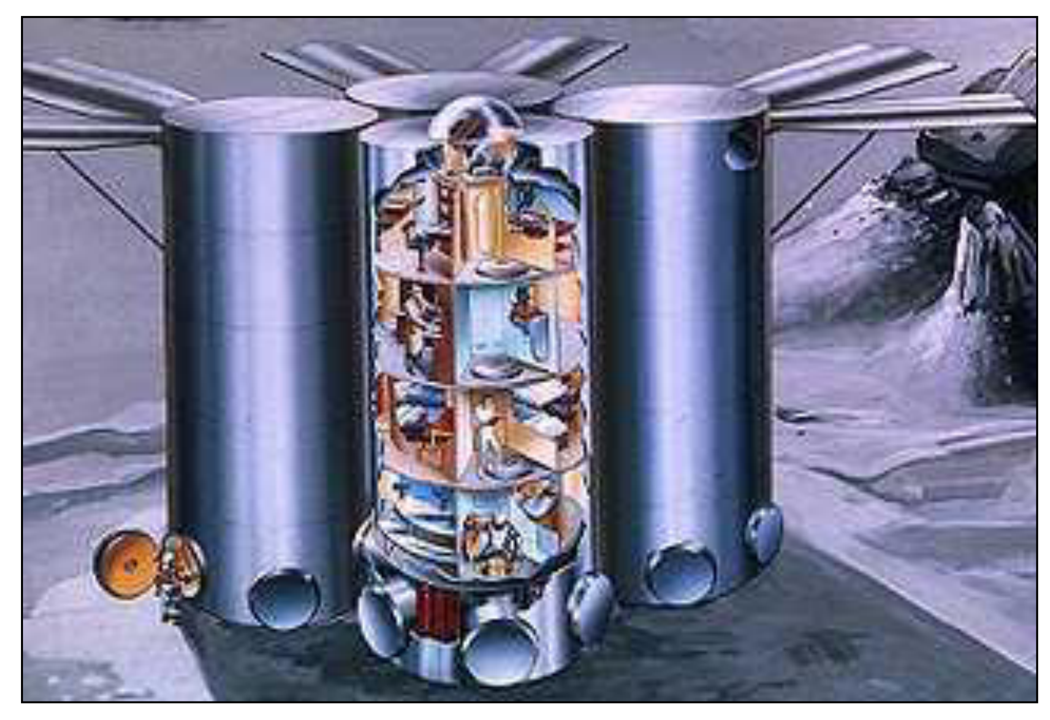


Los vehículos de la primera generación serían similares al MOLAB con una autonomía de hasta 300 Km, el regreso de emergencia en caso de avería sería utilizando un vehículo volador lunar, posteriormente, expediciones más elaboradas utilizarían vehículos que constaban de dos cabinas del diseño anterior unidas, lo que expandiría notablemente la autonomía y en caso de avería, una de las cabinas, con su propio suministro de combustible, podría separarse y llevarse de regreso a la base.

Un objetivo sería la región al S-E del cráter Képler, primero alunizaría el refugio LESA, luego un lanzamiento llevaría a los tres astronautas al lugar de alunizaje a bordo de un módulo lunar, donde pondrían en funcionamiento el refugio e instalarían una estación de monitoreo geofísico semipermanente y desplegarían el vehículo lunar, durante la misión se realizarían tres o más travesías, cubriendo características geológicas de interés; los sistemas LESA posteriores permitirían construir una instalación para 18 astronautas, finalmente el proyecto LESA fue cancelado en 1968.


Cráter Képler

Extended Lunar Operations (ELO)



Las compañías aeroespaciales de Estados Unidos vieron el llamado del presidente Kennedy de 1961 para un hombre en la luna como una oportunidad de obtener ganancias, y rápidamente se movieron para posicionarse para aprovechar los contratos lunares de la NASA; Lockheed Missiles and Space Co. lanzó un estudio interno sobre una base lunar denominado Operaciones Lunares Extendidas (ELO) e informó los resultados de su estudio a los funcionarios de la NASA.

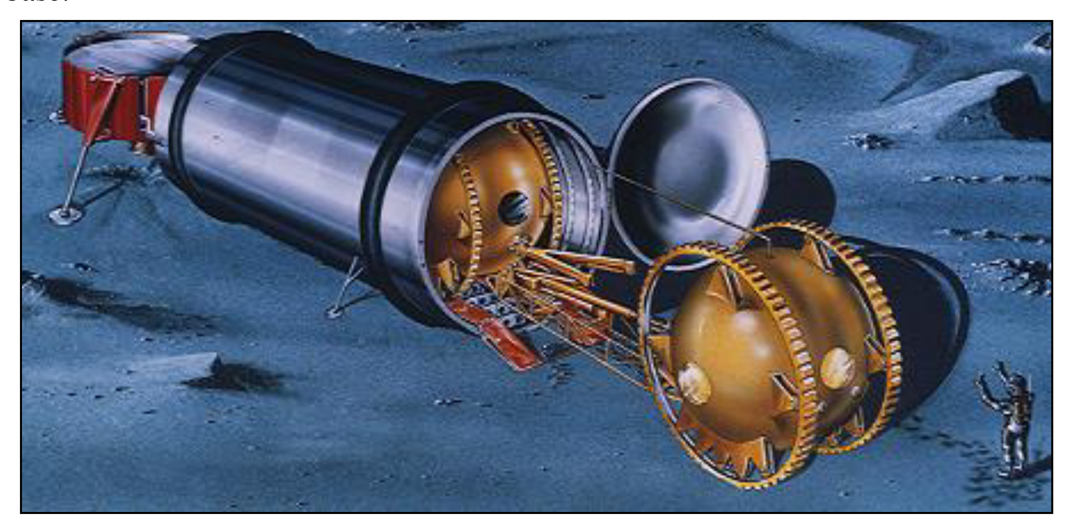
Lockheed esperaba que, a corto plazo, el estudio ELO la prepararía para realizar posteriores estudios sobre bases lunares financiadas por la NASA en caso de que ésta decidiera contratarlos, a largo plazo, mejoraría sus posibilidades de recibir contratos para su construcción, por lo que aprovechó como su vehículo de lanzamiento el cohete Saturn C-5 de tres etapas, posiblemente con propulsores químicos de alta energía o una tercera etapa nuclear.

La 3° etapa del Saturno C-5 colocaría en curso hacia la Luna dos etapas de 5,50 m de diámetro y una carga útil ELO adjunta, una etapa de frenado de 3,30 m de largo se encendería durante la aproximación a la Luna para colocar una etapa de alunizaje de 4 m de largo y la carga útil ELO adjunta en la órbita lunar, la etapa de frenado agotada se separaría y la etapa de alunizaje bajaría la carga útil; las etapas, los módulos y vehículos de ELO se basarían, en medida de lo posible, en la tecnología desarrollada para las misiones Apollo.

Los primeros alunizajes de ELO en 1969 llevarían dos módulos de carga cilíndricos, cada uno con un rover lunar (LTV), luego, los astronautas alunizarían cerca uno o más Módulos de Excursión Lunar, inflarían parachoques toroidales que rodearían la parte superior e inferior de cada módulo de carga y lo inclinarían hacia un lado, luego destaparían los módulos y conducirían los LTV a la superficie lunar, el LTV sería una estación móvil para la exploración lunar, constituyendo el motor principal del programa ELO, ya que también serviría para el transporte de equipos y módulos de la base (dos módulos esféricos de 3,5 m de diámetro que proporcionarían espacio para vivir y trabajar a cuatro astronautas).

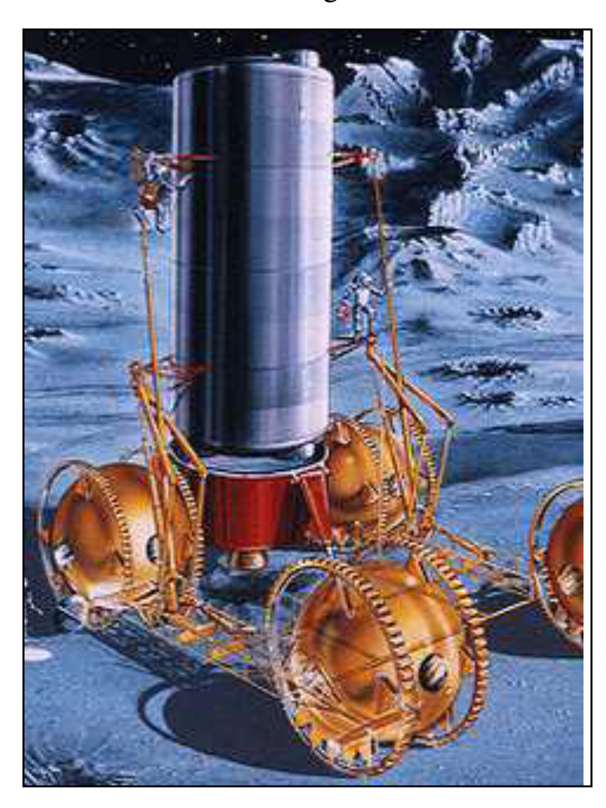
Cada compartimento incluiría una esclusa de aire cilíndrica de 348 Kg que se duplicaría como un refugio solar, las ruedas de metal sólido de 5 m diámetro del LTV, proporcionarían una tracción adecuada en la gravedad lunar y le permitirían salvar grietas de hasta 2,5 m de ancho.

Los astronautas unirían los dos primeros LTV utilizando equipos de manipulación, un conjunto de grúas les permitirían descargar un módulo de 6 x 12 m y 12,7 tn de peso desde su etapa de alunizaje y transportarlo a la ubicación de la base.



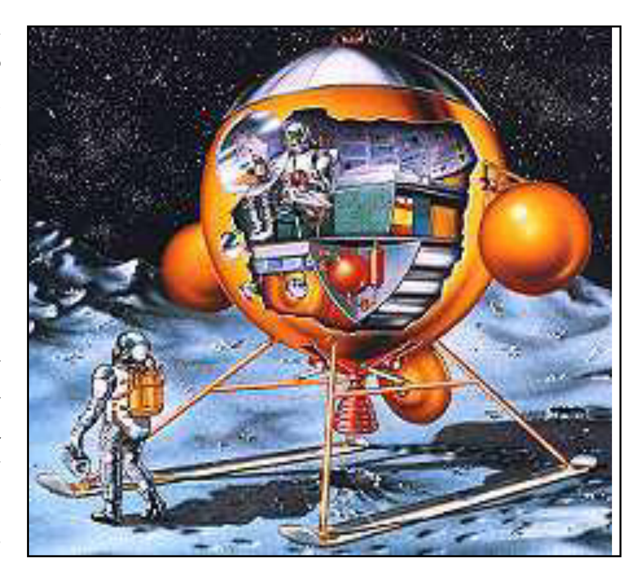
Los módulos de la base llegarían a la luna completamente equipados con equipos internos, la configuración de permanente de ELO, en 1975, incluiría cinco módulos horizontales cilíndricos sobre patas ajustables, los radiadores térmicos en forma de ala con paneles removibles para una fácil reparación de daños por meteoritos asegurarían que la temperatura del aire dentro de los módulos se mantuviera cerca de los 80 grados Fahrenheit.

En un módulo típico, la esclusa de aire principal se abriría a un pasaje a lo largo de la cubierta inferior, la cubierta inferior incluiría compartimentos para dormir para seis astronautas, cocina y sistemas de control, mientras que la cubierta superior contendría duchas, baño, la sala de control eléctrico y espacio de laboratorio/taller. Lockheed calculó que, en la baja gravedad lunar, los astronautas podían moverse entre las dos cubiertas sin escalera o escalones, también consideró una configuración de módulo de base vertical.



El desarrollo de la base ELO comenzaría en 1962 con el inicio del estudio ELO y misiones de alunizaje Ranger que recopilarían datos sobre las condiciones lunares; el diseño de ELO preliminar basado en los sistemas Apollo comenzaría en 1963 y duraría hasta 1970, mientras tanto, se producirían misiones de exploración lunar como las naves de alunizaje Surveyor-A que volarían desde 1964 hasta principios de 1976 para recopilar más datos de la superficie, y los orbitadores Surveyor-B que mapearían la Luna desde mediados de 1965 hasta 1976.

Las primeras misiones lunares tripuladas (circunlunar y lunar/orbital del Apollo-B) comenzarían a fines de 1966, allanando el camino para los alunizajes tripulados del Apollo-C en 1968 y 1969 que permanecerían en la Luna por no más de dos días terrestres y explorarían sitios para el asentamiento de bases lunares,.

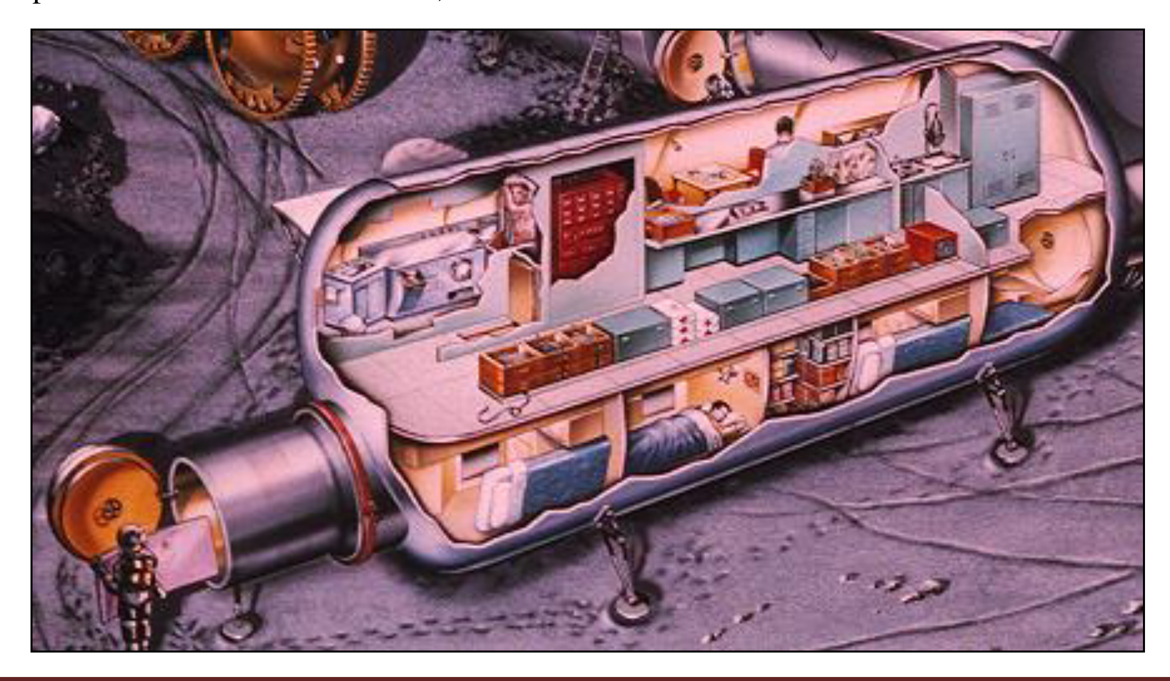


El Vehículo Balístico de Superficie Lunar (LSBV) con capacidad de dos astronautas de Lockheed alunizaría utilizando un motor de cohete de tetróxido de Nitrógeno/hidracina, el motor se encendería brevemente para enviar al LSBV a un camino suborbital, luego nuevamente para reducir la velocidad hasta un alunizaje suave en un sitio de exploración remoto, los patines de alunizaje gemelos se inclinarían fuera del alcance de la explosión del cohete en vuelo.

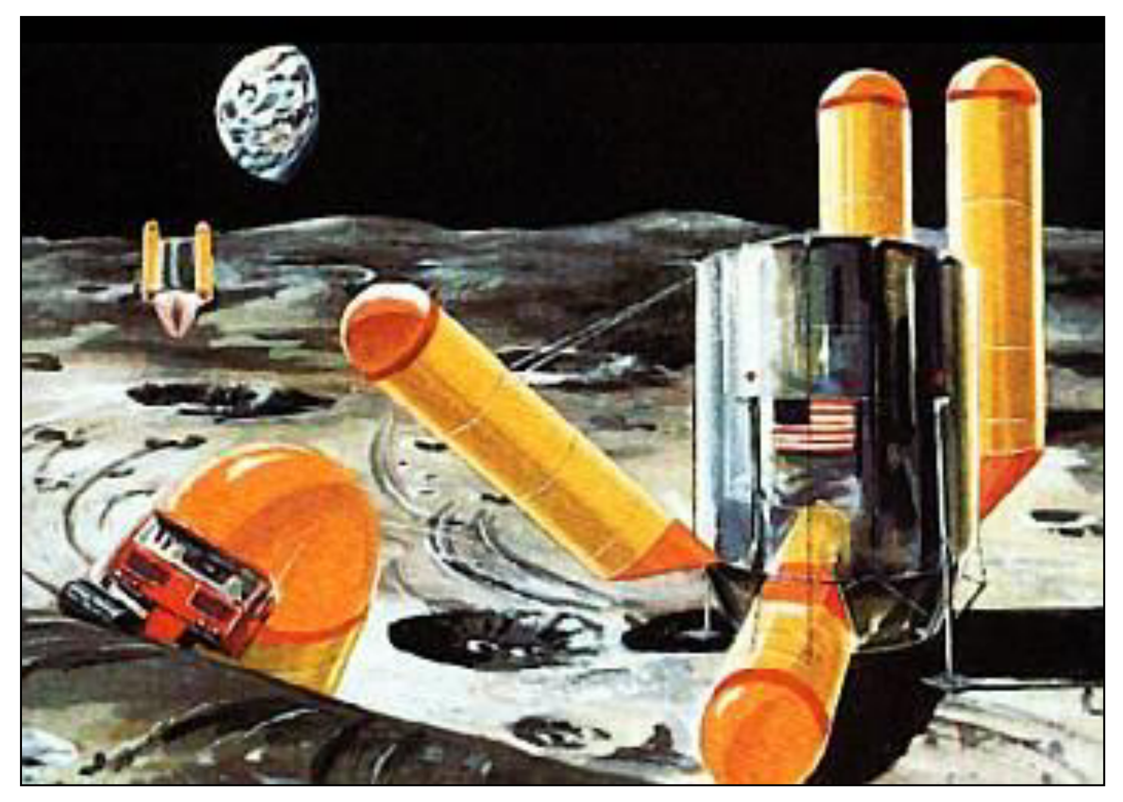
La tripulación viajaría dentro de una cabina esférica de 5 m de diámetro rematada por un aislamiento térmico plateado que evitaría el calor de sus propulsores de cabeceo/balanceo y de la luz solar lunar, el LSBV pesaría 350 Kg en la Luna y necesitaría transportar 560 Kg de propulsores en sus tanques gemelos esféricos montados lateralmente para realizar un vuelo de ida y vuelta de 320 Km.

El tiempo de viaje corto sería la principal ventaja del LSBV sobre el LTV; un vuelo LSBV de 320 Km duraría 15 minutos, mientras que una travesía LTV necesitaría 40 hrs.

El primer módulo de la base ELO llegaría a la luna en 1969, y en 1970 se producirían misiones Apollo extendidas con estancias en la superficie de hasta dos semanas. A mediados de 1971, la NASA establecería una base de exploración lunar provisional con estancias lunares de tres meses, y se expandiría en 1974 a una base ELO semipermanente que permitía estadías de seis meses. El período 1975-1980 vería una base ELO permanente que permitiendo operaciones ilimitadas en la luna, finalmente en 1963 Lockheed abandona el estudio de la base lunar.



Proyecto Selena



En 1960, Philip Bono fue contratado por Douglas Huntington Beach, donde encontró apoyo para sus ideas innovadoras. En estos primeros años había varios proyectos de estudio en marcha. Entre ellos se encontraban Helios para vehículos combinados de lanzamiento químico/nuclear; Nova para vehículos de lanzamiento de carga útil para suceder al Saturn-V; y para expediciones tripuladas a Marte utilizando esos propulsores Nova, Bono realizó estudios de compensación para encontrar la mejor configuración para estos vehículos de lanzamiento reutilizables, estos incluían formas cilíndricas y aladas convencionales, lenticulares y balísticas; su conclusión fue que la combinación de propulsión y estructuras avanzadas LOX/LH_2 permitiría vehículos de lanzamiento reutilizables de una sola etapa a la órbita, en particular, descubrió que un vehículo alado no tenía sentido como nave espacial, si era requerido, un vehículo balístico podría desviarse lateralmente de la ruta de reingreso quemando combustible para cambiar la inclinación orbital, lo que sería mucha menos masa que en el caso de llevar las alas a órbita y regresar.

El diseño de Rombus de Bono de 1964 para un propulsor de clase Nova introdujo el concepto innovador de usar una tobera tipo aerospike para la propulsión a la órbita, y luego usar la misma tobera como escudo térmico para el reingreso atmosférico, el motor, en un modo de bajo empuje, crearía una funda aerodinámica, y el Hidrógeno enfriaría la base antes de quemarse en el motor.

Un vehículo LOX/LH_2, en las mejores condiciones, tendría que mantener la masa en vacío más la carga útil por debajo del 14% de la masa de lanzamiento; Bono generalmente asumía que podía construir el vehículo, incluidas las reservas de propulsor para el reingreso, frenado final y el tren de aterrizaje, por alrededor del 10 %, pero si hubiera un aumento de peso o cualquier escenario de lanzamiento fuera del óptimo, como órbitas polares o destinos hacia el O, consumiría rápidamente la carga útil disponible eliminando los tanques a medida que el vehículo avanzaba, estos métodos fueron recibidos con indiferencia en la NASA, el problema era que las ideas de Bono implicaban riesgos, donde el resultado final ni siquiera podría llegar a alcanzar la órbita.

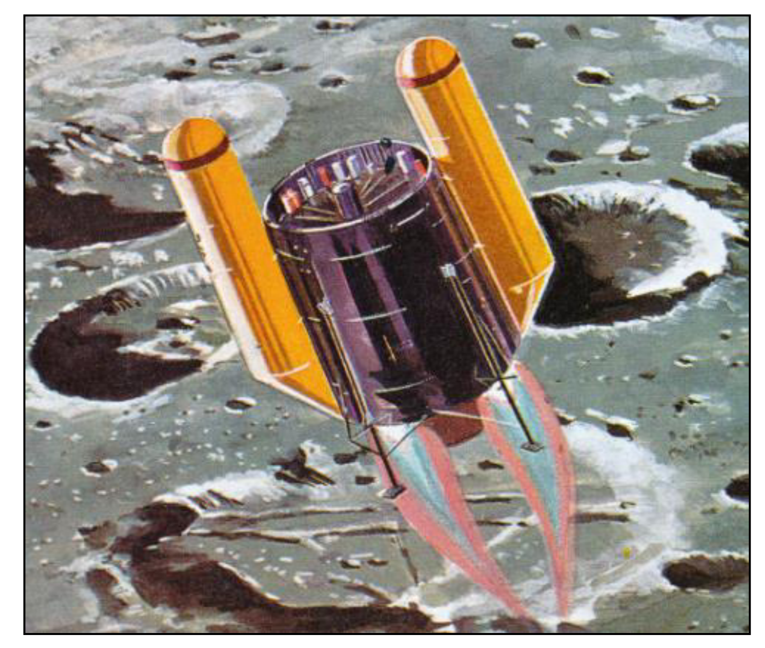
El equipo de Bono y Ted Brown en McDonnell-Douglas impulsó una variedad de usos para Rombus, incluyendo el Proyecto Selena en la Luna, el propulsor Rombus de Bono podría volar hasta la superficie lunar y regresar si se utilizara el encuentro en órbita terrestre baja y la transferencia de propulsor, por lo que propuso usar el Rombus para establecer una base lunar.

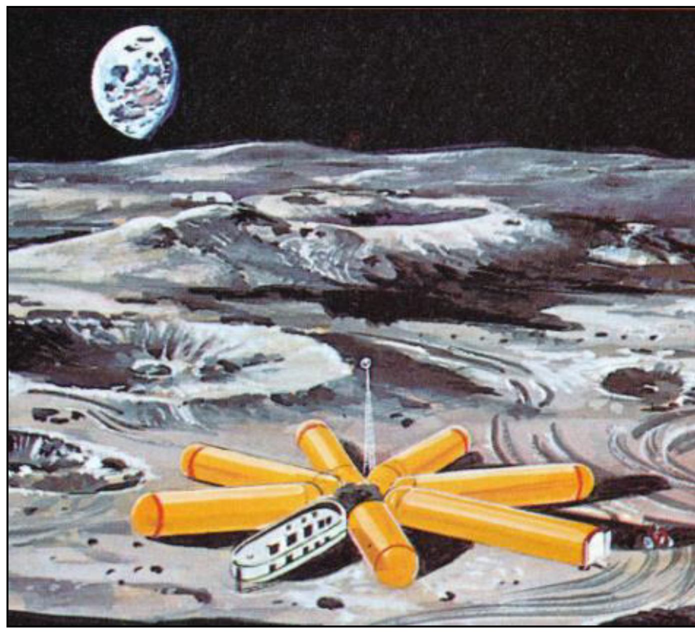
Los tanques LH_2 completamente cargados se transferirían de los cohetes cisterna Rombus al Rombus de alunizaje, por lo que se eludió la necesidad de bombear Hidrógeno de baja densidad, los cohetes cisterna también transportarían Oxígeno en su compartimento de carga útil que se bombearía al tanque del vehículo lunar. Phil Bono sintió que Rombus podría competir en términos de costos con naves espaciales desechables tradicionales especialmente desarrolladas como las Apollo, aunque el peso total de lanzamiento sería mayor ya que no usarían propulsores de ahorro de peso.

Solo se necesitarían dos vuelos de cohetes del tipo cisterna a órbita baja terrestre para realizar un alunizaje suave con una carga útil de 4,5 tn, la nave espacial vacía, la estructura y los tanques podían transformarse en un hábitat lunar; se requerirían 9 misiones a órbita terrestre para alunizar una carga útil de 226,8 tn y retornar a la Tierra con 22,68 tn de carga.

Con 7 vuelos con cohetes cisterna, la capacidad de carga útil lunar sería de 45 tn más 4 tn de carga útil de retorno, luego del alunizaje del Rombus, sus tanques LH2 vacíos podrían transformarse en módulos habitacionales para una base lunar. Cada misión de 7 cohetes cisterna dejaría atrás dos tanques de combustible, mientras que los vuelos de 9 cohetes cisterna dejarían cuatro tanques, Rombus tendría que transportar más refrigerante LH_2 para sobrevivir al reingreso atmosférico de alta velocidad.

El Proyecto Selena de Bono requería el establecimiento de una colonia lunar de 1000 personas en cuatro fases sucesivas para 1984, el objetivo principal de la Base Selena era apoyar tres misiones de envío de carga no tripuladas a Marte para 1986, la masa total de la carga lunar sería de 32,9 tn requiriendo de 1341 lanzamientos de cohetes Rombus y 1011 operaciones de transferencia de carga/propulsor en órbita terrestre baja durante 8 años; 10 a 15 vehículos Rombus tendrían que realizar 330 misiones de alunizaje para llevar a las tripulaciones, la carga y el propulsor.





Programa N-1/L-3

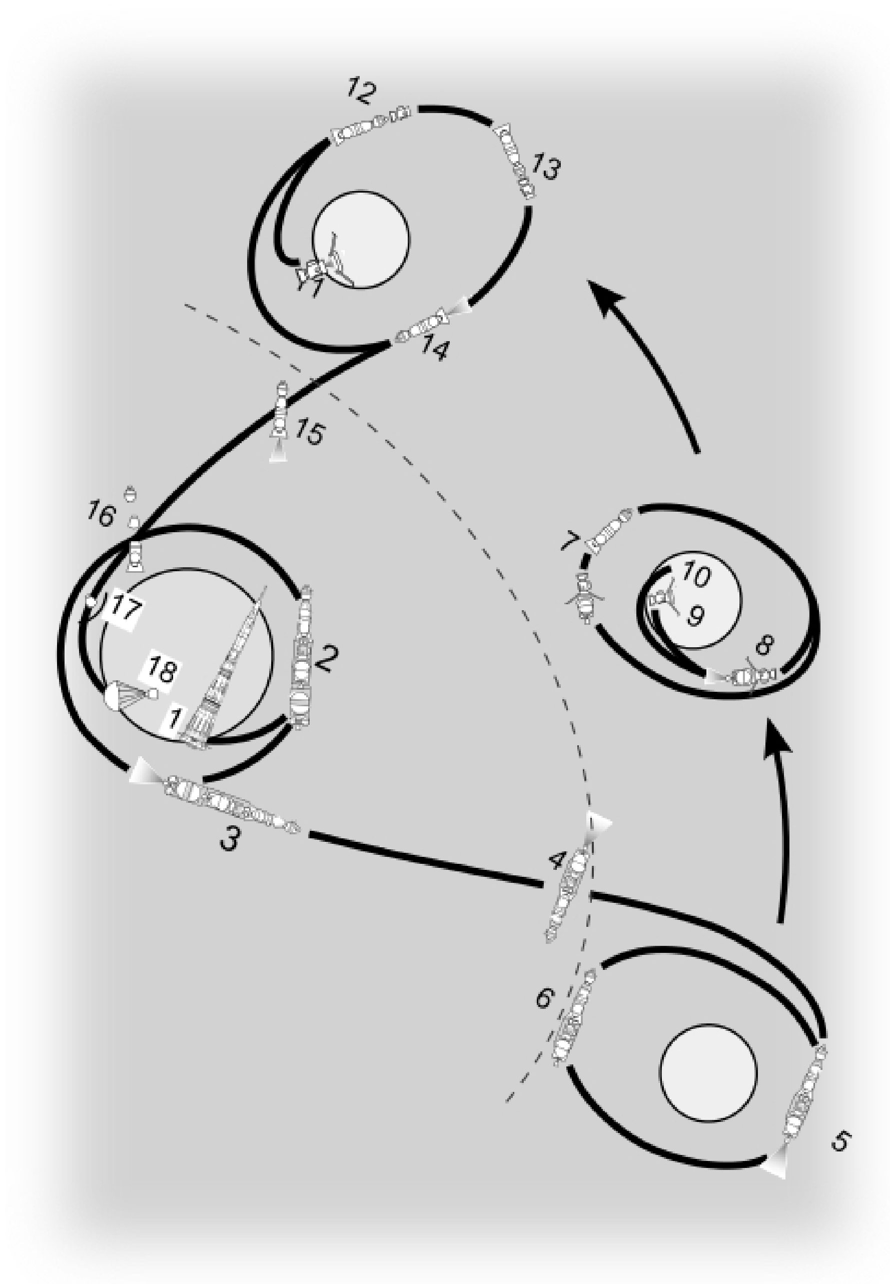
En 1961, los líderes soviéticos habían hecho pronunciamientos públicos sobre un alunizaje y el establecimiento de una base lunar; sin embargo, no se hicieron planes serios hasta varios años después; Sergei Korolev, el principal ingeniero de cohetes soviético, estaba interesado en lanzar una estación orbital y en vuelos tripulados a Marte y Venus, por lo que inició el desarrollo del cohete N-1 para transportar una carga útil de 75 tn.

En sus planes lunares preliminares, la oficina de diseño de Korolev inicialmente promovió el concepto del complejo circunlunar Soyuz A-BV bajo el cual una nave de dos tripulantes se encontraría con otros componentes en órbita terrestre para ensamblar un vehículo de excursión de sobrevuelo lunar, luego, los componentes serían enviados a bordo de un cohete R-7; mientras desarrollaba el N-1, desde 1963, Korolev comenzó a planificar una misión de alunizaje utilizando dos lanzamientos y acoplamiento. Más tarde, Korolev logró aumentar la carga útil del N-1 a 92-93 tn (cambiando a Hidrógeno líquido en la(s) etapa(s) superior(es) y aumentando el número de motores en su primera etapa de 24 a 30), proporcionando suficiente potencia para lograr la misión con un solo lanzamiento; otra oficina principal de diseño encabezada por Vladimir Chelomei, propuso una misión en órbita cislunar utilizando un cohete pesado UR-500K (más tarde rebautizado como Proton) y una nave espacial LK-1 de dos tripulantes, más tarde, Chelomei también propuso un programa de alunizaje con un cohete superpesado UR-700, un módulo de alunizaje lunar LK-700 y una nave LK-3.

De acuerdo con el primer decreto del gobierno sobre los programas lunares tripulados soviéticos (Decreto 655-268, Sobre el trabajo en la exploración de la Luna y el dominio del espacio), adoptado en agosto de 1964, Chelomei recibió instrucciones de desarrollar un programa de sobrevuelo de la Luna con un primer vuelo a fines de 1966, y Korolev recibió instrucciones de desarrollar el programa de alunizaje con un primer vuelo a fines de 1967.

En 1965, el gobierno soviético asignó el programa de sobrevuelo a Korolev, quien rediseñó la misión cislunar para usar su propia nave espacial Soyuz 7K-L1 y el cohete Proton de Chelomei, Korolev organizó el desarrollo a gran escala de ambos programas, pero murió en enero de 1966. Según un decreto del gobierno de febrero de 1967, el primer sobrevuelo tripulado estaba programado para mediados de 1967 y el primer aterrizaje tripulado para fines de 1968.

Lanzada por un cohete Proton, la L-1 (Zond) era una nave espacial de la familia Soyuz y constaba de dos o tres módulos modificados de la nave principal Soyuz 7K-OK con un peso total de 5,5 tn realizó un vuelo alrededor de la Luna y regresó a la Tierra, fue prevista para el 8-12-1968 una primera misión tripulada del L-1, que finalmente fue cancelada debido a la insuficiente preparación de la cápsula y el cohete; a finales de 1968, el liderazgo soviético perdió interés político en el programa L-1 (Zond) y algunas unidades de reserva de L-1 realizaron vuelos sin piloto, pero a finales de 1970, este programa fue cancelado.



1. N-1 rocket liftoff.

2. LRS Earth orbit insertion.

3. LRS translunar injection using Block G rocket stage. Block G separates.

4. Midcourse correction using Block D rocket stage.

5. Lunar orbital insertion using Block D rocket stage.

6. Single cosmonaut transfers from L2 to L3 by EVA.

7. L3 lunar lander and Block D rocket stage separate from L2 Lunar Orbit Module.

8. Deorbit burn and powered descent using Block D rocket stage. Expended Block D rocket stage separates from the L3 1 to 3 km above the lunar surface. L3 continues powered descentusing its own main or backup rocket motor.

9. L3 touchdown on Moon.

10. Expended Block D rocket stage crashes onMoon.

11. L3 liftoff using same engines used for final descent. Legs are left on Moon.

12. L2 rendezvous and dockingwith L3.

13. Cosmonaut transfers from L3 to L2 by EVA. L3 discarded.

14. Trans-Earth insertion burn using L2 mainengine.

15. Midcourse correction using L2 main engine.

16. Orbital module and service module discarded.

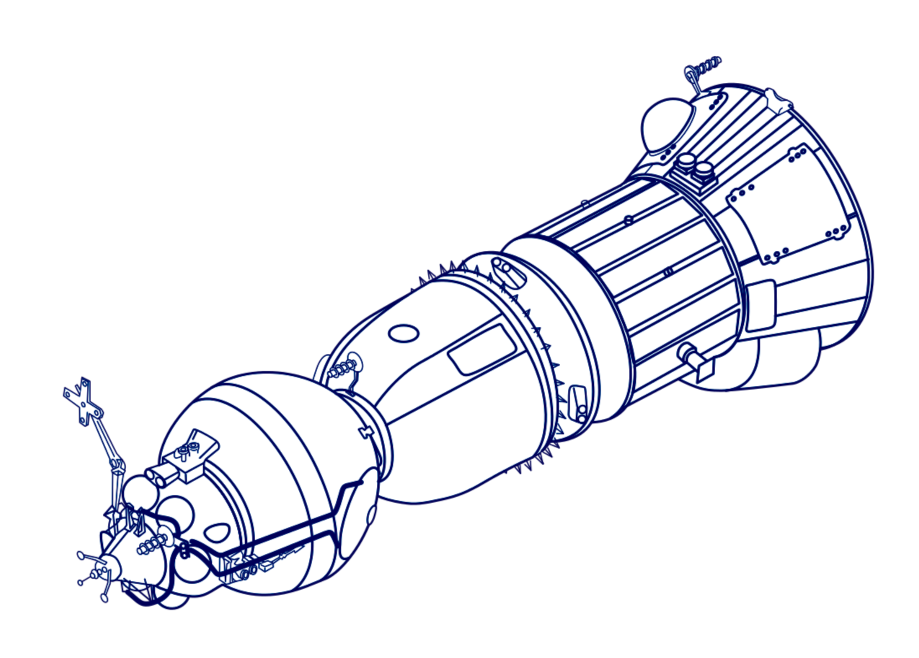
17. Descent module reentry.

18. Parachute descent and touchdown on land.

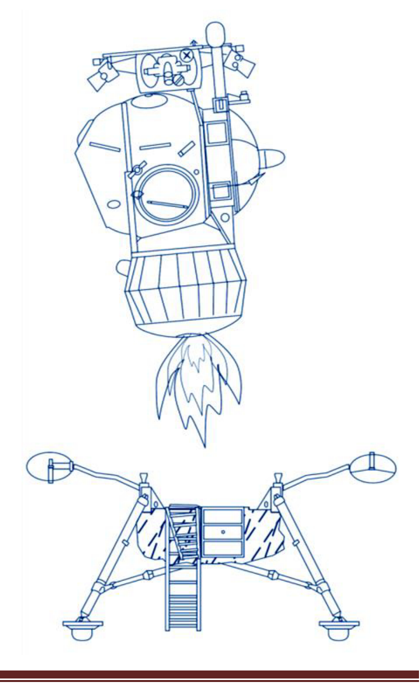
El plan de alunizaje tripulado adoptó un método similar al lanzamiento único y el encuentro en órbita lunar del proyecto Apollo, para la seguridad de la misión, se enviaría a la Luna un complejo L-3/LK-R no tripulado y dos rovers automatizados Lunokhod para trabajar como radiobalizas para las naves LK tripuladas, y el LK-R utilizado como un reserva de escape, los Lunokhod irían equipados con controles manuales para los cosmonautas, tanto para la transferencia a LK-R en caso de necesidad como para la investigación regular.

El cohete N1 transportaría el complejo de expedición lunar L-3, con dos naves espaciales (LOK y LK) y dos propulsores (Block G y Block D) una variante de la nave Soyuz, el Módulo de Comando Lunniy Orbitalny Korabl (LOK) llevaría a dos cosmonautas, con tres módulos como el Soyuz 7K-OK; el Lunniy Korabl (LK) tenía capacidad para un solo cosmonauta, por lo que en el plan soviético, solo un cosmonauta podría alunizar





Durante el viaje del complejo L-3 a la Luna, no tendría la necesidad de desacoplarse y volver a acoplarse a la nave orbital y de alunizaje como se hizo en las misiones Apollo porque el cosmonauta se trasladaría del LOK a LK mediante una EVA (en las misiones Apollo, la transferencia se realizaba mediante un pasaje interno) el Block D debía reducir la velocidad del LOK y LK en la órbita lunar, luego, el LK con el Block D se separaría del LOK y descendería hacia la superficie de la Luna usando el motor del Block D, después de que el Block D agotara su combustible, el LK debía separarse y completar el alunizaje utilizando su propio motor Blok E, en la Luna, el cosmonauta haría varias actividades extravehiculares (EVA) y usaría los vehículos Lunokhod.



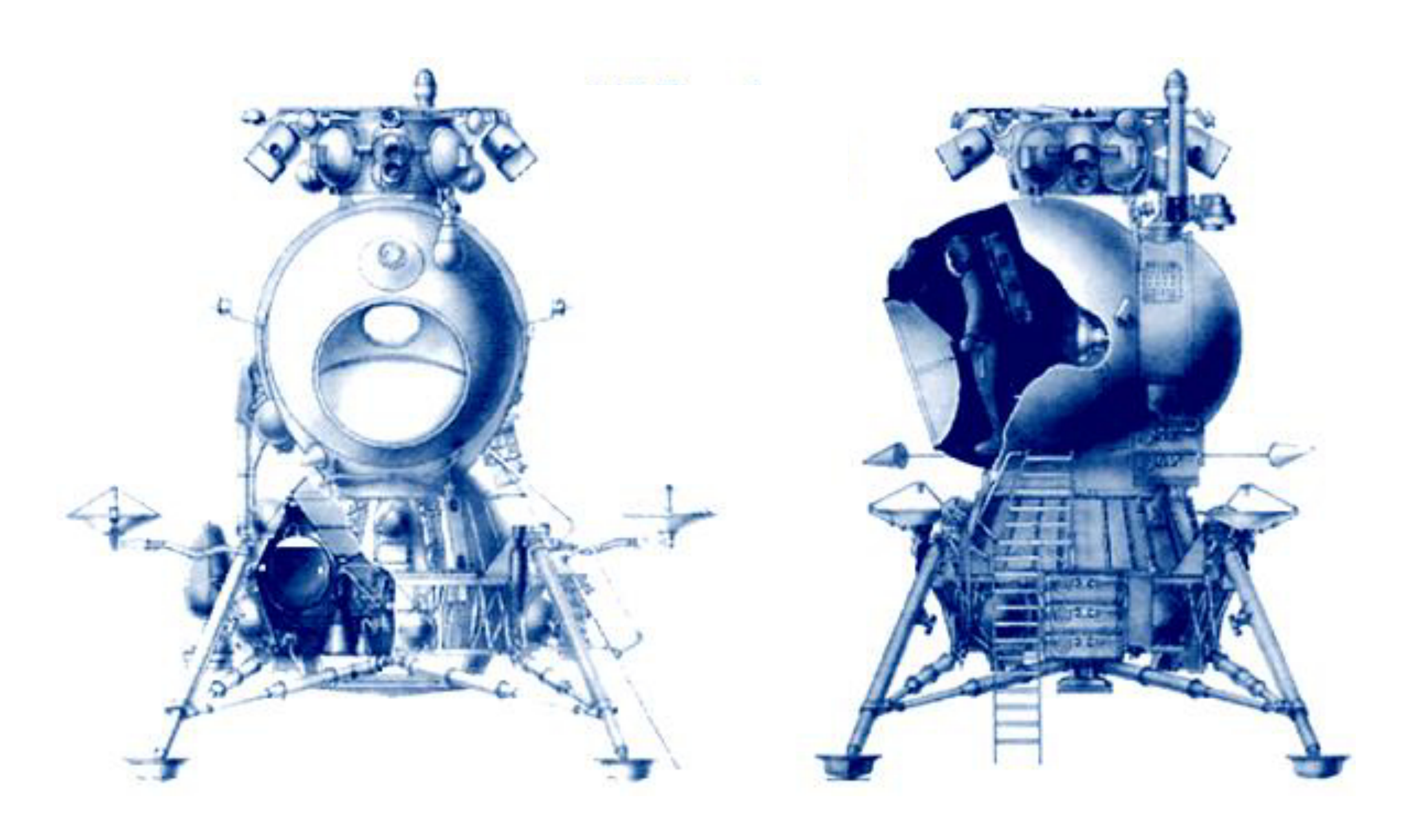
Después de unas pocas horas en la superficie, el motor del LK volvería a encenderse utilizando su estructura de alunizaje como plataforma de lanzamiento, el motor utilizado llevaría al LK de regreso a la órbita lunar para un acoplamiento automático con el LOK, posteriormente, el cosmonauta haría otra EVA de regreso al LOK con muestras de rocas, el LK sería lanzado, después de lo cual el LOK dispararía su cohete para regresar a la Tierra.

Luego del alunizaje de Estados Unidos en 1969, el incentivo del programa de alunizaje soviético se perdió en gran medida, aunque el desarrollo y las pruebas continuaron hasta principios de la década de 1970, en 1970-1971, el LK estuvo listo después de tres vuelos de prueba sin tripulación en LEO (Kosmos 379, Kosmos 398, Kosmos 434) el LOK se lanzó una vez (Kosmos 382 7K-L1E)

De los cuatro lanzamientos de prueba del cohete N-1 en 1969 (dos veces), 1971 y 1972 fueron un fracaso, a pesar de las mejoras después de cada accidente, el segundo lanzamiento, el 3-07-1969, resultó en la destrucción del cohete y todo el complejo de lanzamiento, lo que retrasó el programa N-1/L-3 durante dos años.

El complejo completo de la expedición lunar L-3 con el 7K-LOK y el LK para el sobrevuelo y alunizaje se preparó para un quinto lanzamiento, utilizando un cohete N-1 modificado en agosto de 1974, si esta misión y la siguiente hubieran tenido éxito, habrían llevado a la decisión de lanzar hasta 5 expediciones N-1/L-3 con tripulación en el período 1976-1980; para ganar interés técnico y científico en el programa, se planeó que las misiones N-1F/L-3M modificadas de múltiples lanzamientos estuvieran mucho más tiempo en la superficie de la Luna que las misiones Apollo.

Sin embargo, los programas N-1/L-3 y N-1F/L-3M se cancelaron en mayo de 1974, y los esfuerzos espaciales tripulados soviéticos se concentraron posteriormente en el desarrollo de estaciones espaciales y en varios diseños para una misión a Marte.



Modular Lunar Base System

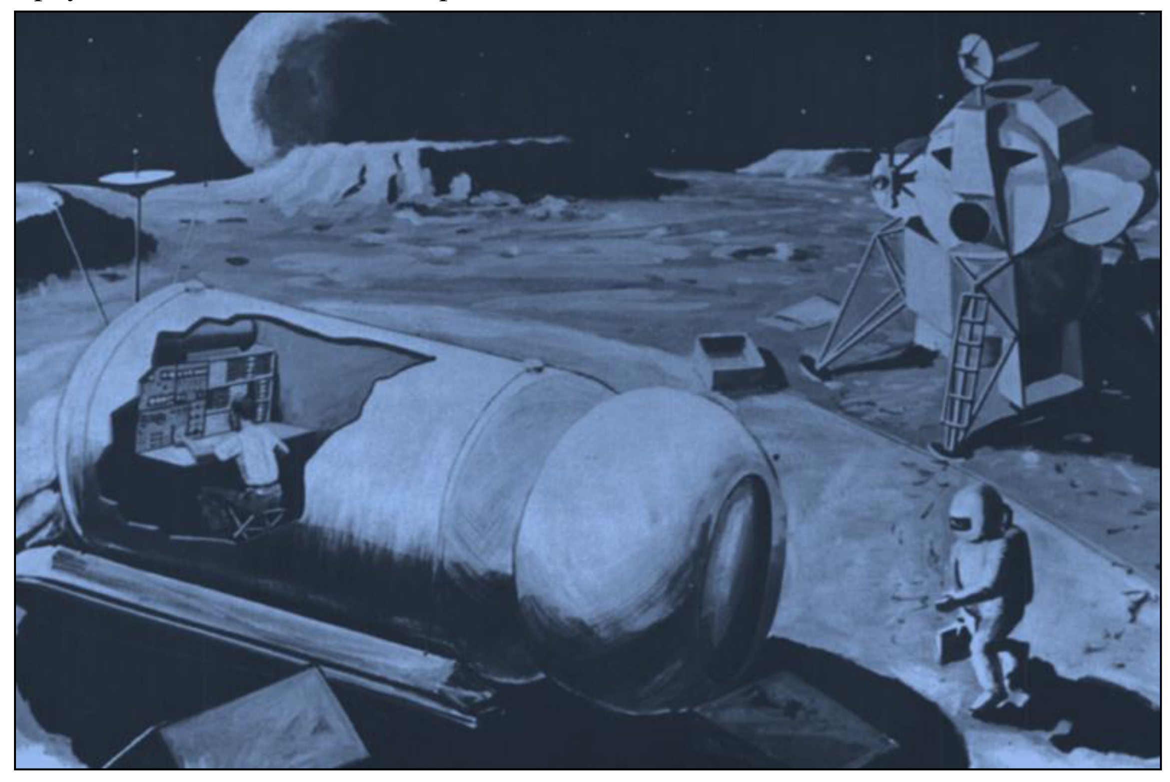
En 1964 Boeing llevó a cabo uno de los primeros estudios importantes sobre una base lunar. Previeron una base construida con módulos de habitación preinstalados que se lanzarían utilizando el Saturn V INT-21 y alunizarían por control remoto, partiendo de una base inicial capaz de soportar a 3 astronautas durante tres meses, la base se ampliaría hasta que fuera capaz de soportar 24 astronautas durante más de dos años.

El transporte de la tripulación sería mediante una nave derivada de Apollo capaz de llevar a la tripulación completa de tres astronautas a la superficie lunar, la energía sería suministrada en las etapas finales por un pequeño reactor nuclear, el enfoque principal de la base serían los estudios geofísicos diseñados para hacer un seguimiento y extender los hallazgos de los aterrizajes iniciales de Apolo.

Se consideraron tres ubicaciones para la base la primera ubicación estaba a aproximadamente 241 Km al S-O del cráter Copernicus, el sitio contenía varias características superficiales (cúpulas, cráteres, material eyectado de Copernicus) considerados de interés científico; dentro del cráter Alphonsus, esta base les daría a los astronautas acceso a una región que se sospecha que es volcánicamente activa y, por lo tanto, potencialmente les daría una ventana al interior de la Luna; zona situada entre los cráteres Tycho y Tycho-A, una base en este lugar habría dado a los astronautas acceso a uno de los cráteres más prominentes de la Luna.

Stay Time Extension Module

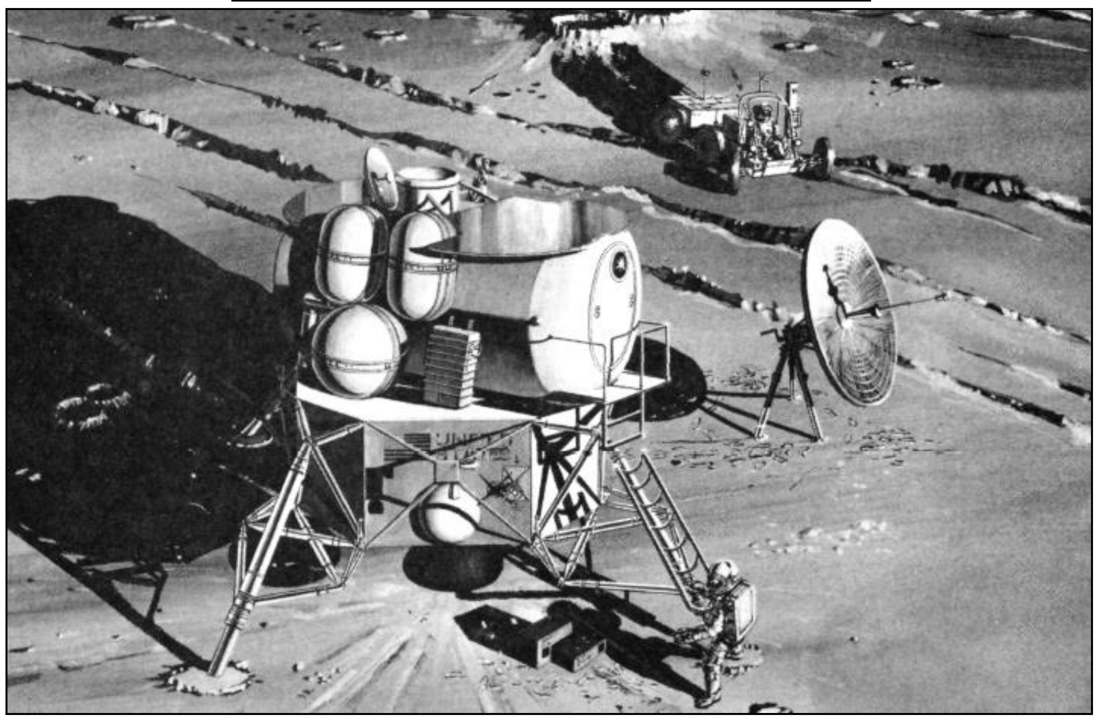
En respuesta a la solicitud de la NASA de un medio para extender el tiempo que los astronautas podrían permanecer en la superficie lunar, en 1965, Goodyear Corporation diseñó un refugio lunar inflable llamado Stay Time Extension Module, que podría transportarse plegado en el Módulo Lunar en lugar del lunar rover, estaba destinado a apoyar a dos astronautas en la superficie durante 8 días.

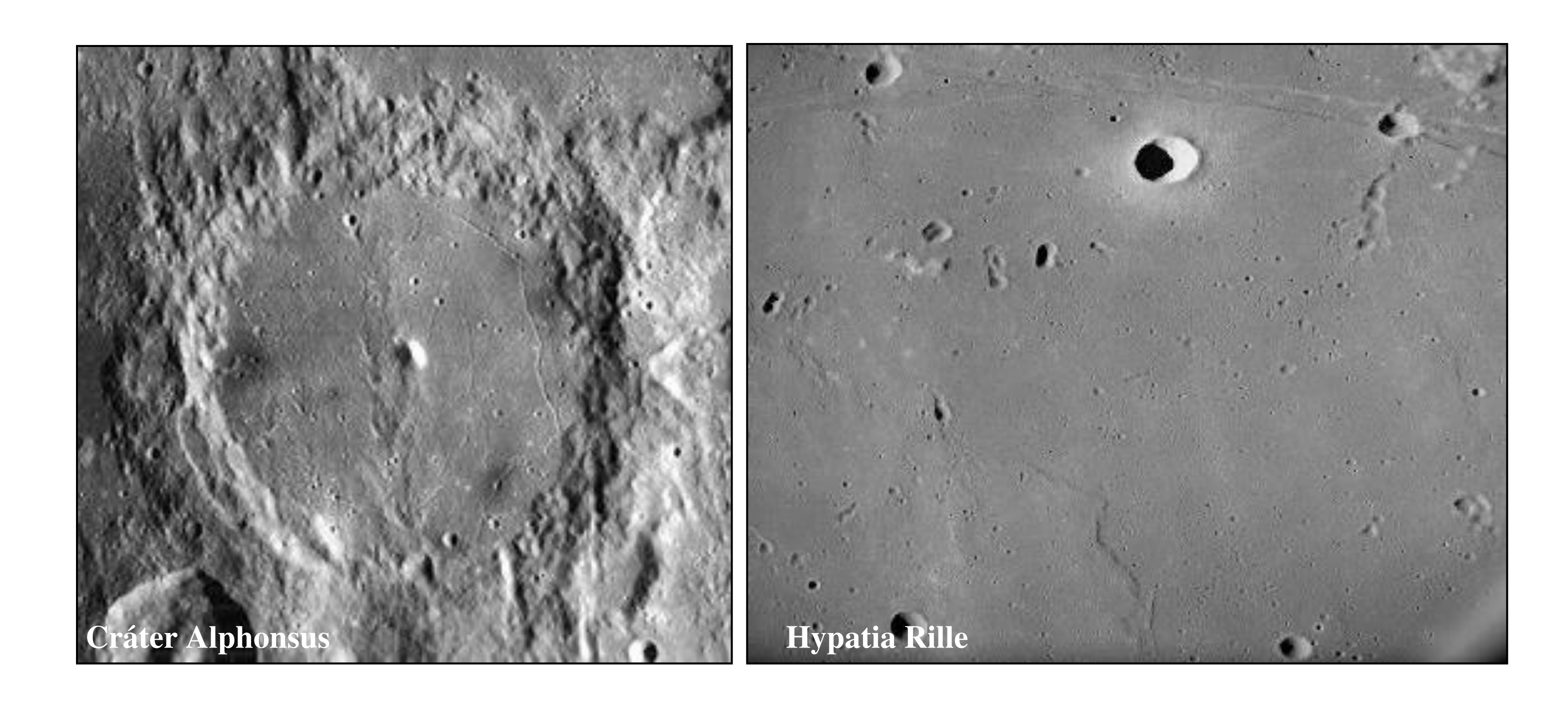


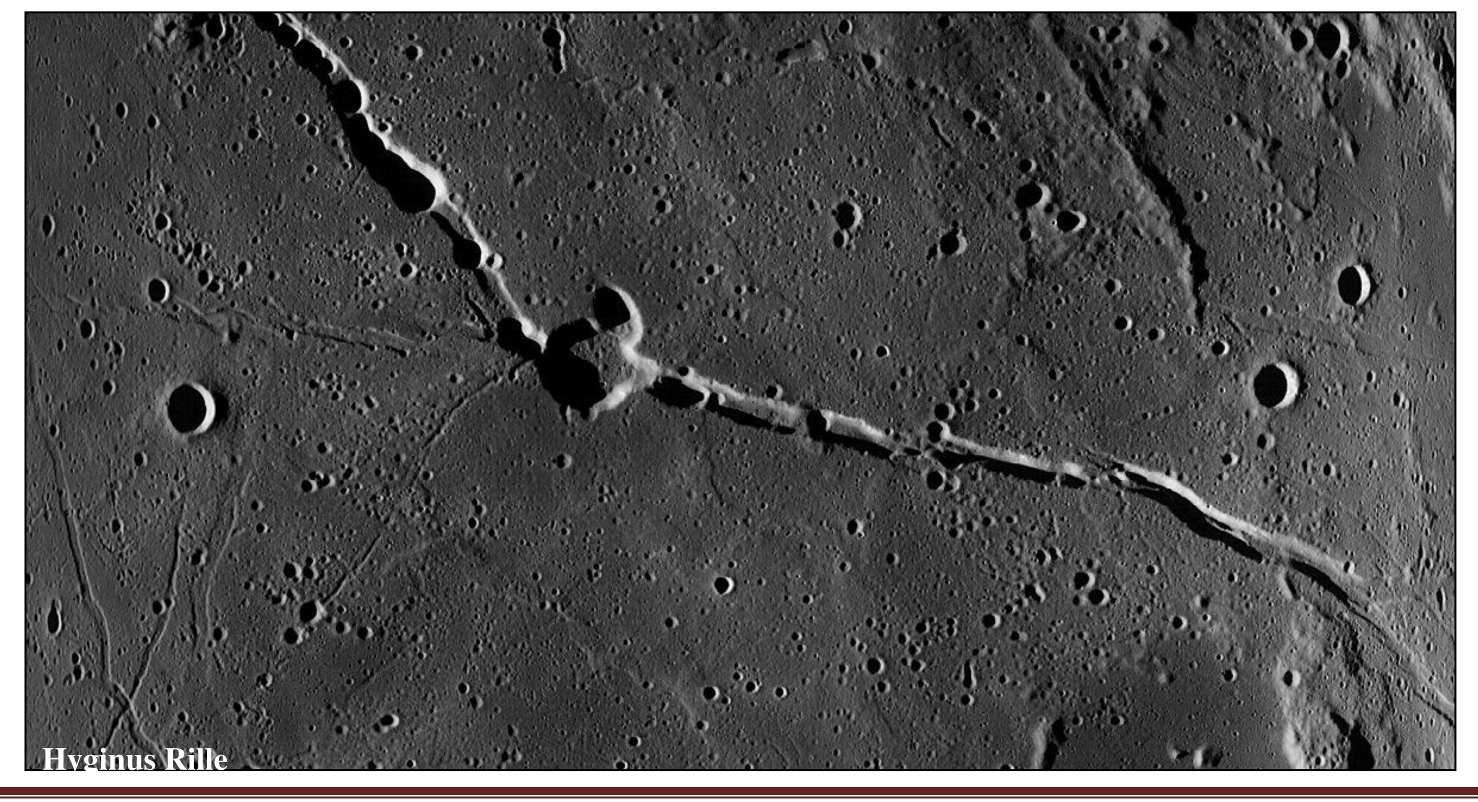
Dual - Apollo

Los planes post-Apollo en 1967 de la NASA involucrarían una serie de lanzamientos de dos misiones Apollo de forma conjunta (Dual-Apollo), el primer lanzamiento enviaría un Refugio Lunar no tripulado a un lugar de interés en la superficie lunar junto a un vehículo LSSM (Local Scientific Survey Module), rover lunar tripulado con capacidad de un astronauta con ruedas accionadas individualmente y sería capaz de realizar una misión de 14 días después de 90 días de almacenamiento en la superficie lunar (se esperaba que fuera entregado por un carguero no tripulado antes de que llegara la misión tripulada) tenía una velocidad operativa nominal de 8 Km/h, una duración de salida individual de 3 a 6 hrs, radio de operación de 10 Km, con un alcance total de 25 Km por salida o 200 Km por misión, su peso de 900 Kg consistía en 450 Kg para el vehículo, 320 Kg de carga y 130 Kg para el astronauta y su traje espacial, la compañía Bendix construyó un prototipo, pero en su lugar se desarrolló el Lunar Rover de dos tripulantes; seis meses después, un Módulo Lunar alunizaría cerca del refugio y su tripulación de dos o tres astronautas pasaría dos semanas en la superficie lunar, los sitios considerados para posibles misiones Dual-Apollo fueron el cráter Alphonsus, Hyginus Rille e Hypatia Rille.






Cráter Alphonsus
Hypatia Rille


Hyginus Rille

Proyecto Galaktika

Sergei Korolev, durante la década de 1960, fue uno de los primeros en plantear la posibilidad de construir un puesto de avanzada a largo plazo en la superficie lunar, tras los primeros éxitos soviéticos en el envío de sondas no tripuladas a la Luna, en 1962, Korolev discutió la idea de la base lunar en las "Notas sobre naves espaciales interplanetarias y estaciones orbitales pesadas", que no se publicaron hasta dos décadas después; en las notas, Korolev discutió el desarrollo de infraestructura para apoyar los viajes interplanetarios, incluida una base para almacenar consumible para naves espaciales interplanetarias, el tema surgió durante una reunión del Consejo de Diseñadores Principales (órgano de gobierno informal en la industria espacial soviética) cuando consideró las tareas futuras para el cohete lunar N-1.

La consideración de una base lunar que llegó a nivel gubernamental y con un decreto en 1967 se dio luz verde a un proyecto denominado Galaktika, el plan asignaba a la industria la evaluación de una amplia gama de cuestiones asociadas con la exploración humana del Sistema Solar.

La oficina de diseño KBOM, desarrollador de complejos de lanzamiento para cohetes soviéticos y dirigido por Vladimir Barmin estableció la responsabilidad de evaluar los objetivos científicos, económicos y militares que se podrían lograr con la base lunar denominada Kolumb y comenzó sus actividades estableciendo contactos con instituciones académicas y de investigación especializadas en disciplinas como biología, medicina, astronomía, arquitectura, tecnología nuclear y comunicaciones.

El 22-03-1968, la Comisión Industrial Militar (VPK) emitió un decreto autorizando a la base Kolumb dentro del proyecto Galaktika, el documento permitía a KBOM involucrar a los Dto. Diseño y Cálculos Teóricos en el estudio de una posible base lunar; combinados, estos grupos evaluaron diferentes configuraciones del que podrían proporcionar espacio de trabajo y vivienda para la tripulación y también desplegar equipos, fuentes de energía, observatorios astronómicos y sistemas de producción de Oxígeno; el equipo consideró varios tipos de fuentes de energía para la posible base lunar que incluían sistemas de termo emisión nuclear, paneles solares combinados con pilas de combustible y paneles solares combinados con acumuladores.

El grupo también evaluó diferentes fuentes de luz para la base lunar, incluidas algunas que aprovecharían la luz solar natural; el estudio de diferentes conceptos de sistemas de soporte vital, incluyendo fuentes biológicas como químicas, condujo a la propuesta de incluir algunos elementos en la configuración inicial de la base como un invernadero, zona de descanso para la tripulación, instalación de reciclaje de Oxígeno y agua, equipos de perforación para perforar hasta 3 m de profundidad, laboratorio de suelos y análisis químico, espectrógrafo de emisión de rayos X, magnetómetro, sensores gravitacionales y equipos para estudios de sísmicos.



En 1969 KBOM emitió un informe especial llamado “Principios de la construcción de asentamientos lunares de funcionamiento prolongado”; el documento proponía una base lunar construida en tres fases con un eventual aumento de su tripulación de 4 a 12 cosmonautas y una duración de su estancia en la superficie lunar al menos un año, el asentamiento incluía la sección principal habitable, un centro de suministro eléctrico, laboratorio de astronomía, instalaciones auxiliares y vehículos de transporte. Había sido seleccionado y nominado como la mejor ubicación posible al borde O de Oceanus Procellarum como el principal sitio para asentar la base lunar soviética.

La instalación principal incluía varios módulos presurizados y se esperaba que fueran enterrados bajo las capas de regolito para protección de los meteoritos y radiación; la instalación contendría sistemas de soporte vital, energía, control térmico, comunicaciones y procesamiento de datos, sala de control, laboratorio de ciencias, taller, sección de vivienda, cocina y un gimnasio; en la superficie se ubicarían un laboratorio de astronomía, un depósito y un garaje para un rover lunar incluido en el proyecto con una autonomía de 250 Km y que podía dar soporte vital a tres tripulantes durante 14 días, el proyecto también incluía diseños preliminares de equipos de grúas, construcción y transporte, el peso total del equipo en la superficie lunar durante la construcción se estimó en 52 tn, los cohetes N-1 y Protón se utilizarían para las operaciones de transporte.



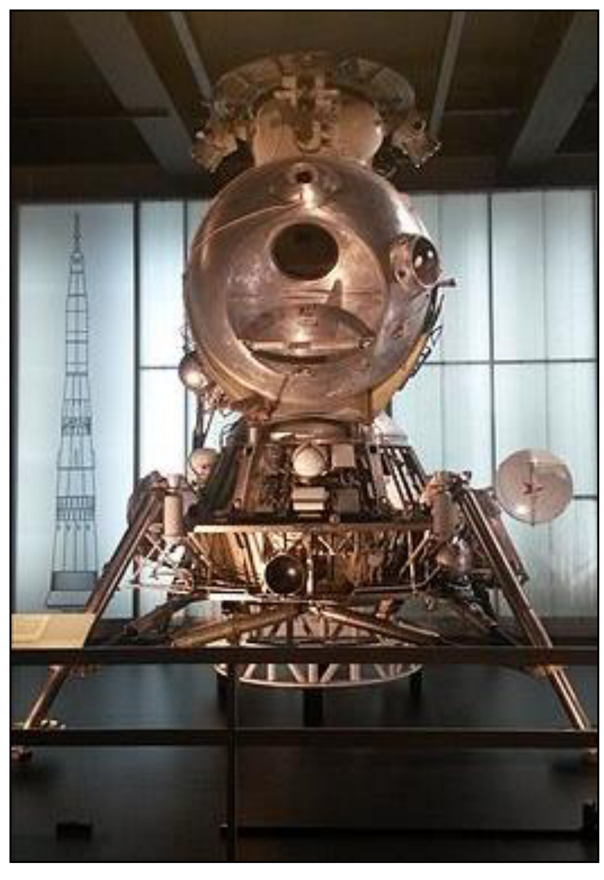
En la primera mitad de la década de 1970, la oficina de KBOM construyó una maqueta a gran escala de un módulo habitacional, que se utilizó para probar diferentes soluciones tecnológicas y ergonómicas para los posibles asentamientos lunares, con la cancelación del programa de alunizaje soviético en 1974, se le agradeció a Barmin por su trabajo, que advirtió que era poco probable que se completara hasta el próximo siglo, el módulo tuvo que ser desmantelado y cesaron los estudios adicionales del asentamiento lunar, la existencia de este proyecto no se reveló finalmente hasta 1987.





Estación Lunar

En 1968 la oficina TsKBEM estaba a cargo de dos programas lunares tripulados: el L-1, para enviar dos cosmonautas alrededor de la Luna a bordo de una nave Soyuz modificada, y el N-1/L-3; con la idea de alunizar usando el módulo lunar LK-1 y la nave Soyuz LOK; se planeaba establecer los primeros elementos de una base lunar en el período 1970-1971, en 1975 la base debería estar tripulada permanentemente y pasaría a denominarse Estación Lunar.

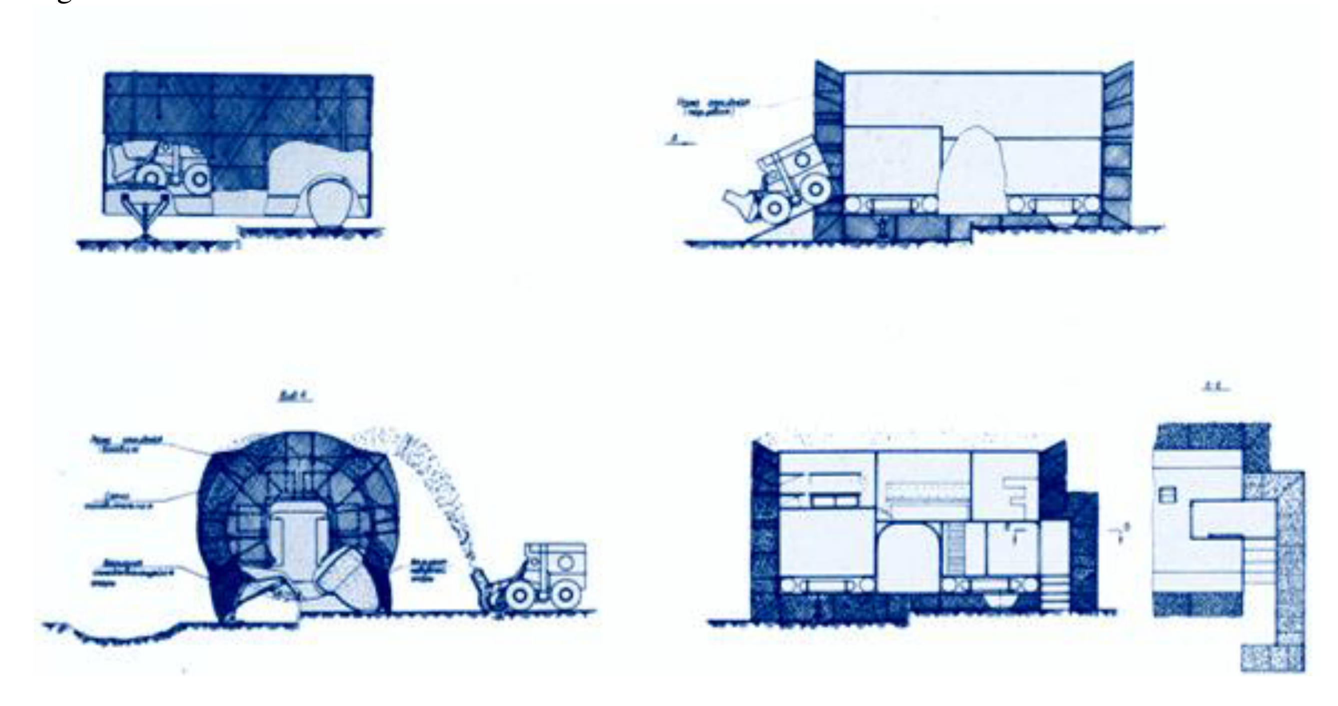


Para el abastecimiento energético se estudiaron células de combustible a base de Hidrógeno y Oxígeno o motores de combustión que emplearían los combustibles hipergólicos usados en los vehículos para su sistema de propulsión, todos ellos complementados por paneles solares; en una etapa posterior se usarían generadores de radioisótopos.

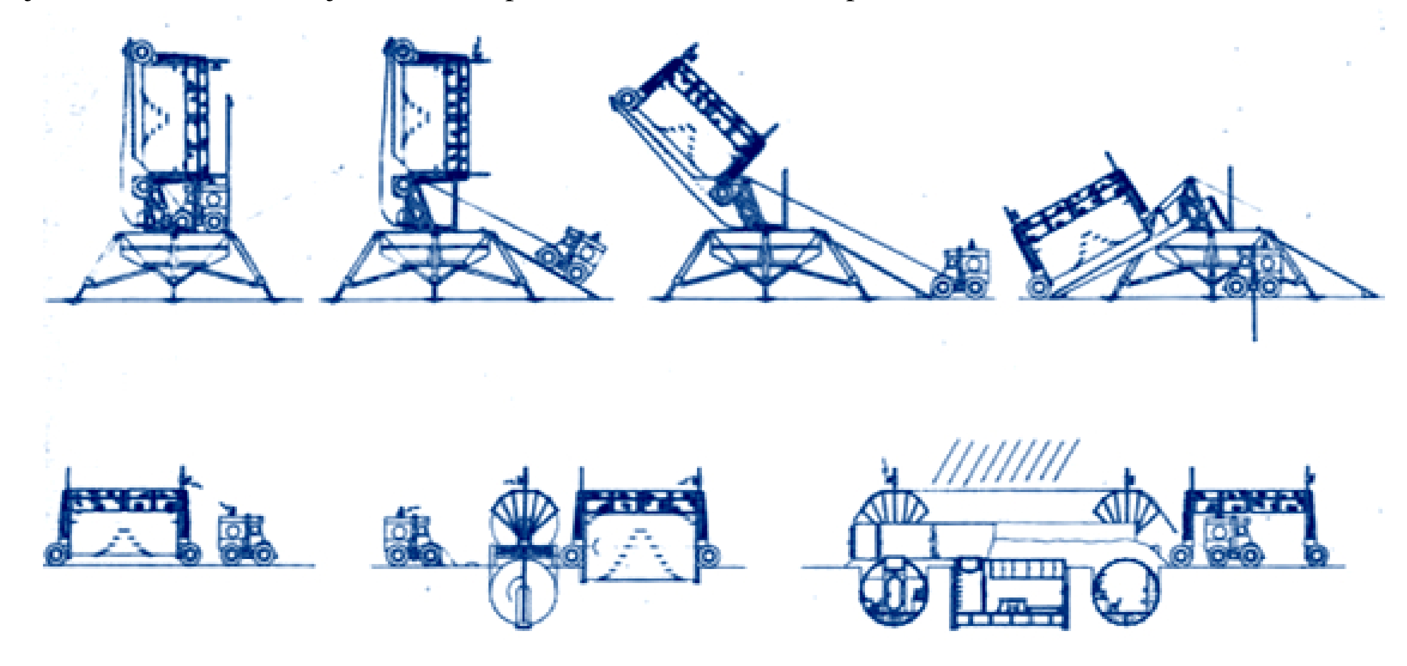
El elemento de construcción principal sería el LIM, vehículo de cuatro ruedas de 3 tn de peso y 3 m de largo, que estaría presurizado y tendría capacidad para un solo cosmonauta; llegaría a la superficie lunar usando una etapa de descenso y se dedicaría a las tareas de construcción usando una pala y dos brazos robots frontales, podría acoplarse con otro LIM por la parte posterior o con otros módulos de la base para permitir la transferencia de tripulación.

Su energía procedería de dos motores de combustión interna de cuatro cilindros a base de propergoles, uno para cada eje.

La Estación Lunar estaría formada por varios módulos, el denominado ZhOLS, de 10 x 5,5 m que se enterraría parcialmente bajo la superficie para reducir la exposición a la radiación, el vehículo LIM sería el encargado de cubrir de regolito los módulos.



También se estudió otro tipo de módulos de 6 x 3,6 m y 6,5 tn de peso que sería transportado hasta la superficie verticalmente en una etapa de descenso junto con un LIM, tendría capacidad para 5 o 6 cosmonautas y se podría mover gracias a cuatro ruedas de pequeño tamaño, el módulo se enterraría a si mismo al girar, usando su propio fuselaje como excavadora, dejando en la superficie el sistema de transporte.

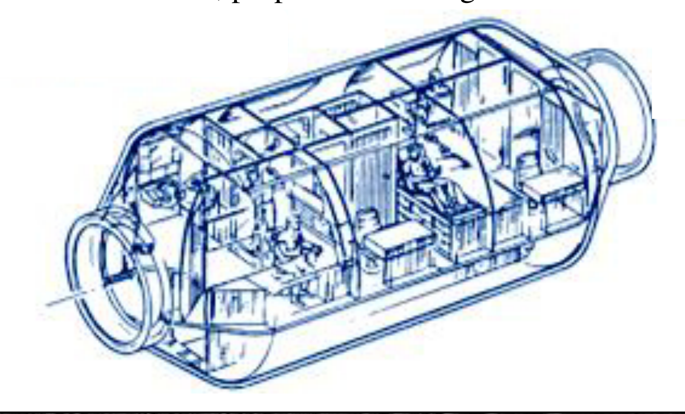


El último elemento de la base sería la LSK, de y 6 x 3,6 m y 6,5 tn que llevaría los módulos de un lado a otro de la superficie y los enterraría en caso de ser necesario, estarían la LSK-I (no tripulada) y la LSK-P, con una cabina para los cosmonautas y capacidad para desplazarse a una velocidad de hasta 6 Km/h.

Base Grimaldi

Este estudio abarcaba lanzamientos de cohetes Saturn-V y el STS lanzados entre 1971 y 1988 para establecer bases lunares temporales en el cráter Grimaldi, en el lado opuesto y en el polo S lunar; la Base Grimaldi se establecería durante 2 años para experimentos en astronomía, biología y otras ciencias, haciendo hincapié en la utilización de recursos (extracción de Oxígeno y otros materiales de la superficie lunar) y el apoyo de misiones científicas para el estudio de la Luna.

En las primeras etapas, los módulos alunizarían con etapas de descenso prescindibles, el diseño del módulo se basaba en los módulos de una estación espacial, pudiéndose utilizar como vivienda o laboratorio, una grúa móvil retiraba el módulo de la etapa de descenso para prepararlo para el transporte al sitio donde sería posteriormente enterrado en el regolito lunar para su protección contra la radiación, los recursos lunares también se considerarían para su uso en la fabricación de un sistema de energía solar que funcionaría en la Luna o en la órbita terrestre, donde podría, mediante haces de microondas, proporcionar energía no contaminante a los receptores terrestres.

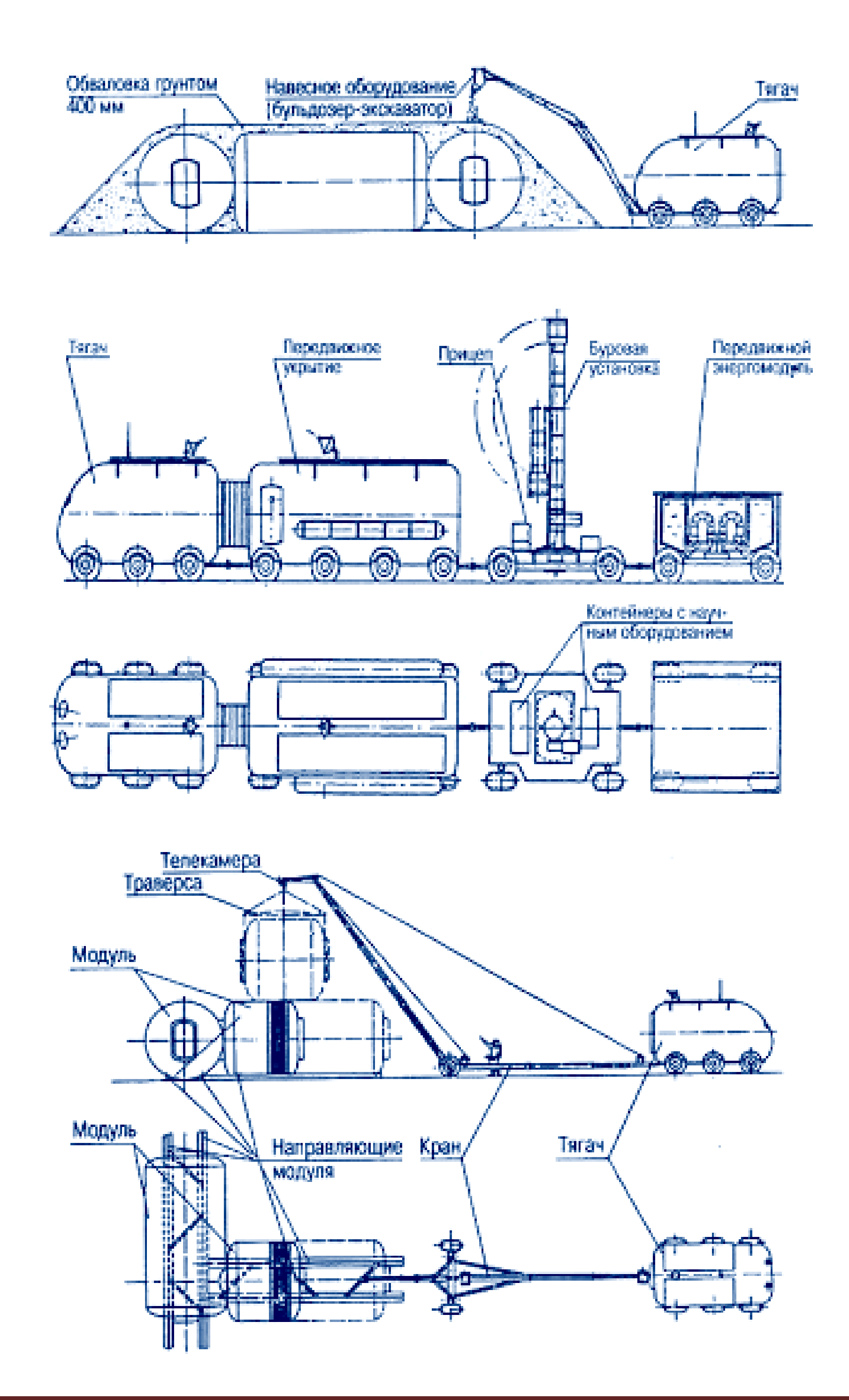




Cráter Grimaldi

Base Lunar de Larga Duración (DLP)

En 1971 se finalizaría el proyecto de la oficina de diseño KBOM de Vladímir Barmin, consistente en una base formada por 9 módulos cilíndricos enterrados bajo el regolito, en la base, conocida como LP (población lunar) o DLB (base lunar de larga duración), vivirían 12 cosmonautas que llevarían a cabo travesías a bordo de un tren lunar formado por dos módulos presurizados y un enorme taladro para obtener muestras a gran profundidad, este proyecto sería cancelado en 1973.



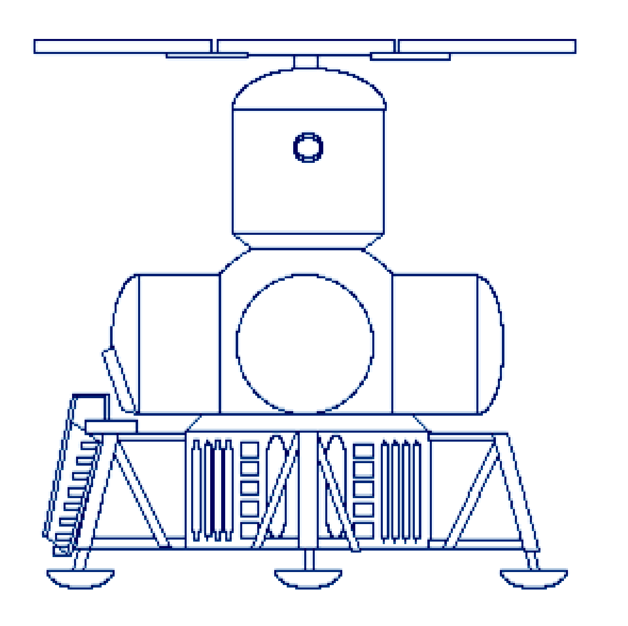
Base Lunar Zvezda

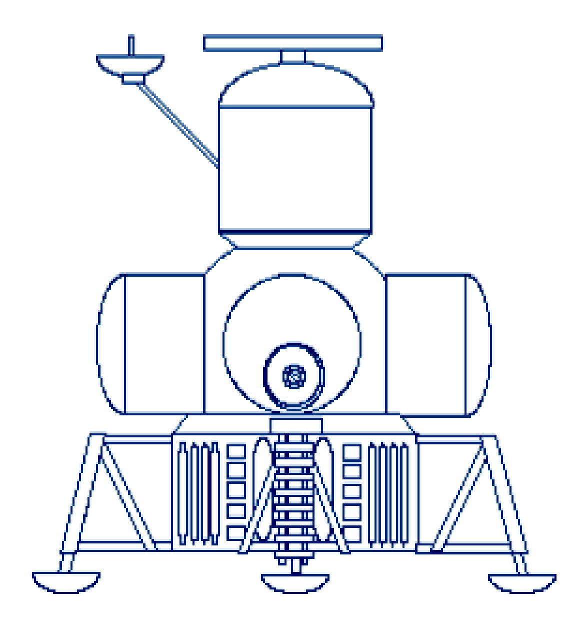
En 1974, el gobierno de la URSS nombró a Valentin Glushko, para dirigir NPO-Energiya, quién abogó por cancelar el desarrollo del problemático cohete N-1 y reemplazarlo con una línea completamente nueva de cohetes de carga pesada, que, de aprobarse el programa, los primeros cosmonautas soviéticos podrían alunizar alrededor de 1980, a fines de 1974, NPO-Energya realizó las primeras propuestas técnicas para el complejo expedicionario lunar, denominado Zvezda, el cohete de carga pesada Vulkan lanzaría el sistema, un solo propulsor Vulkan podría enviar 230 tn a la órbita terrestre baja, 60 tn a la órbita lunar y 22 tn a la superficie.

Bajo los estudios DLB, SpetsMash definió los propósitos de la base, los principios de su construcción, las fases de su despliegue y la composición de su equipo científico y de apoyo, Zvezda habría utilizado la nave espacial no tripulada Ye-8 para realizar un reconocimiento inicial del posible sitio de la base lunar, estos utilizarían perforaciones para obtener muestras del suelo y devolverlas a la Tierra para su análisis y luego el envío de rovers Lunokhod para inspeccionar el sitio, si se determinaba era satisfactorio, estas naves llevarían radiobalizas que guiarían a los elementos de seguimiento hacia alunizajes de precisión.

La carga útil consistiría en la Nave Expedicionaria Lunar (LEK) y una nave de transporte, se diseñó una nave espacial LEK de tres cosmonautas para un vuelo directo a la Luna, la nave consistía en la etapa de alunizaje, que proporcionaba el descenso sobre la superficie lunar; la etapa de ascenso de 9,2 tn, que serviría para despegar desde la Luna y un vehículo de reentrada atmosférica de 3,2 tn para el regreso a la superficie terrestre.

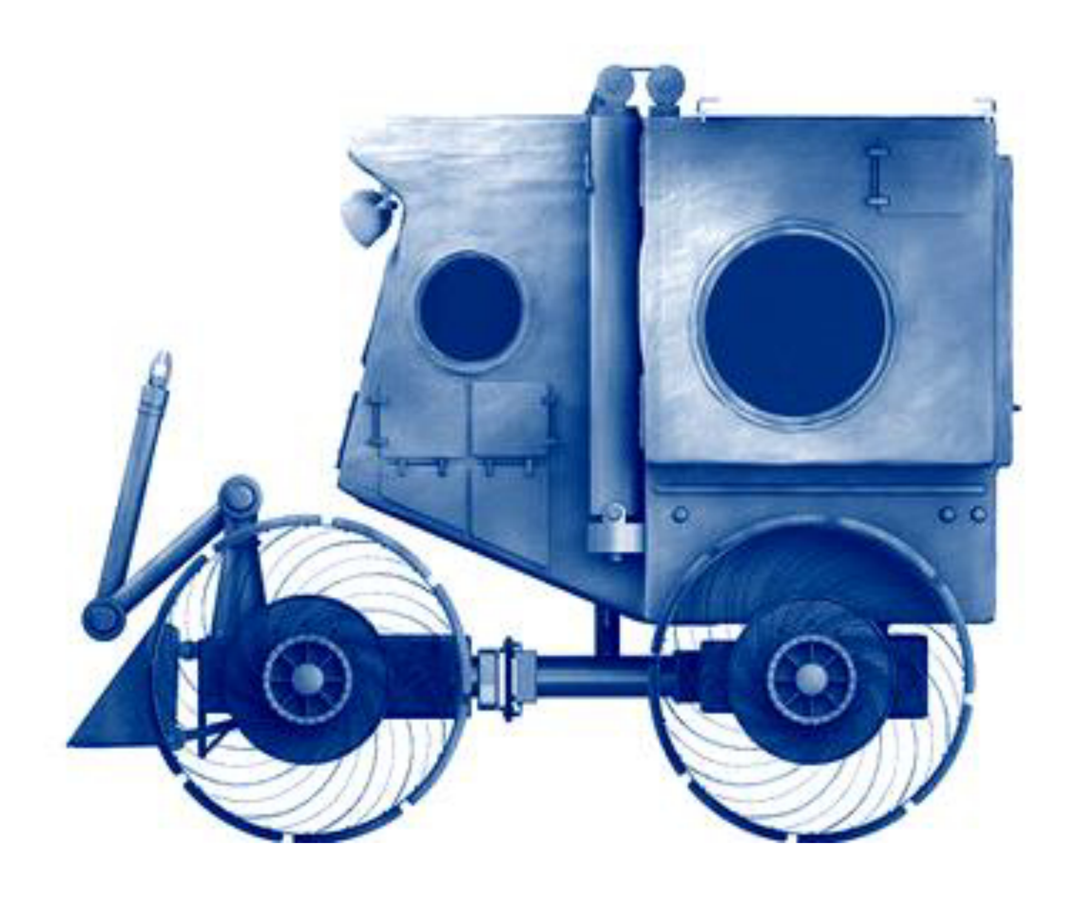
El peso total a transportar a la Luna sería de unas 130 tn con el lanzamiento de hasta seis cohetes Vulkan, el complejo Svezda incluía un módulo habitación-laboratorio de 21,5 tn sobre su plataforma de aterrizaje no retornable, que proporcionaría alojamiento para 3 cosmonautas, su volumen presurizado era de 160 m^3 (25 m^2 del laboratorio y 35 m^2 de espacio habitable) llevaría su propia unidad de energía de panel solar de 3,2 tn generando 8 KW de electricidad.





El tercer elemento de la base Zvezda era un laboratorio de producción de 15,5 tn que sería atendido por un solo cosmonauta-operador, el módulo tendría 100 m^3 de volumen presurizado, proporcionaba acceso a laboratorios de biotecnología, física y tecnología, como también a una instalación de generación de Oxígeno de 3,2 tn.

Se esperaba que un rover concebido para la base tuviera un alcance de 200 Km y una velocidad de 5 Km/h, su tripulación de dos personas tendría 25 m^3 de espacio, con hasta 200 Kg de recursos consumibles y un sistema de energía basado en paneles solares de 2,5 tn que proporcionaba 8 kW de electricidad y podría conducir expediciones de hasta doce días a la vez (un día lunar completo) llevaría equipo de perforación y movimiento de suelo, la base lunar también incluía una unidad de energía nuclear que suministraría energía a todos los módulos.



El despliegue de la base lunar planificado para la década de 1980 estaría precedido por un mapeo detallado de la Luna realizado por una nave espacial no tripulada desarrollada en NPO Lavochkin.

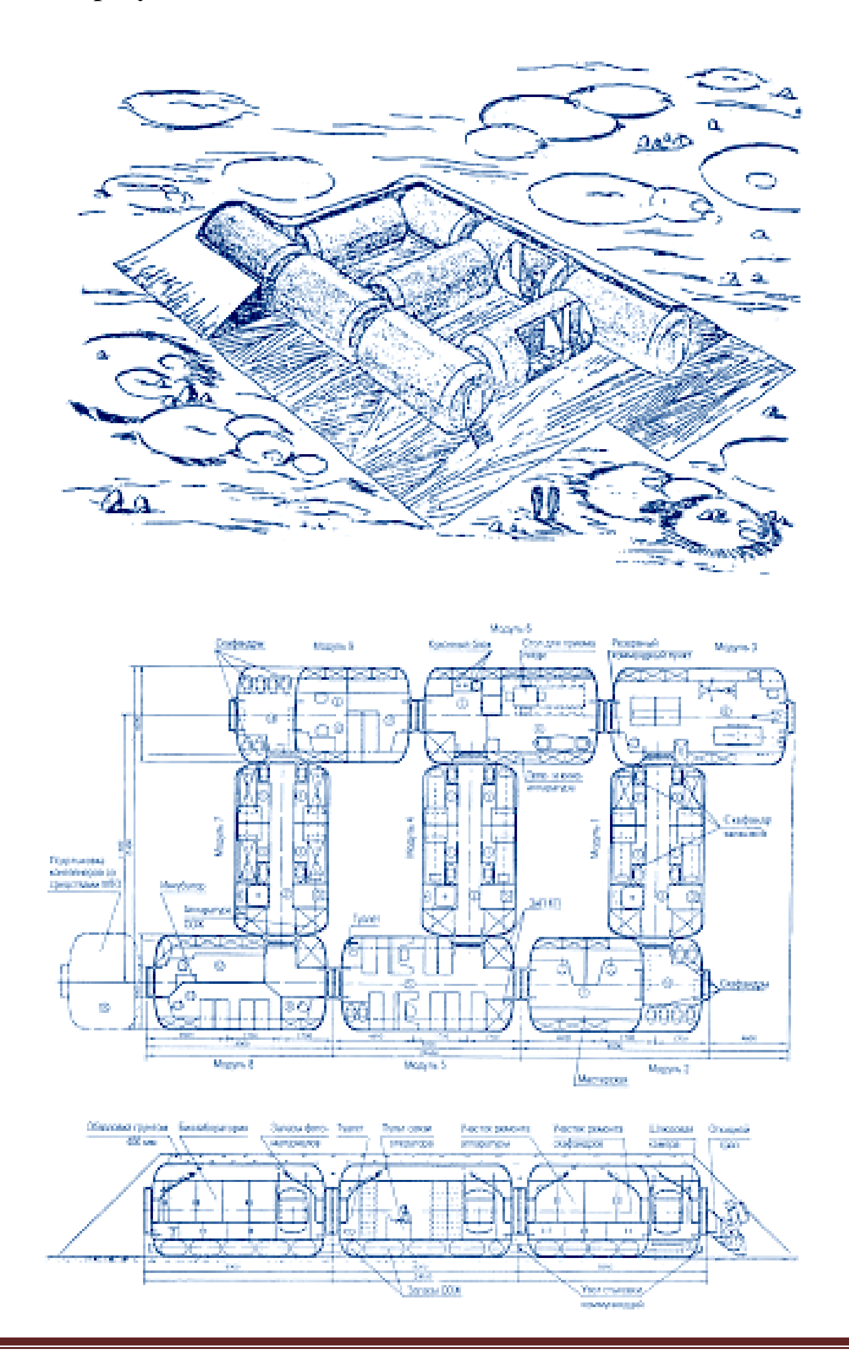
La construcción de la base se realizaría en tres fases, la Fase I llevaría el Módulo Laboratorio, rover biplaza, equipo científico y consumibles durante 1,5 años y la nave expedicionaria lunar con una tripulación de tres cosmonautas durante tres lanzamientos del propulsor Vulkan; la Fase II (dos lanzamientos del cohete Vulkan en un período de 6 meses) llevarían un módulo de laboratorio-habitación, rover y una nave expedicionaria lunar; en la Fase III (tres meses después de la finalización de la Fase II) se enviaría un módulo de producción y equipamiento científico.

La tripulación total de la base de Zvezda al final de la Fase III alcanzaría los 6 cosmonautas y se rotaría una vez al año, al final del despliegue, todas las instalaciones generadoras de energía de la base podrán producir 300 KW de electricidad, la masa del equipo en la superficie lunar, sin contar las etapas de aterrizaje, alcanzaría las 130 tn, alrededor de 21,5 tn serían equipamiento científico y otras cargas útiles.

Complejo Expedicionario Lunar LEK

Propuesta de expedición lunar y una base por Valentin Glushko en 1974 como respuesta soviética al programa Apollo y como sucesora de la base lunar Zvezda, que se basó en la expedición lunar tripulada N1-L3 cancelada, se pretendía que estuviera operativa en 1980 y se utilizaría para la investigación científica e ingeniería.

El diseño de la base lunar consistió en una serie de módulos, que incluían un rover lunar presurizado de 8 tn que se usaría para construir la base y para expediciones, un módulo presurizado de 15,5 tn que se utilizaría para la producción de Oxígeno y experimentos científicos, módulo habitación de 21,5 tn donde vivirían los cosmonautas y una central nuclear para proporcionar electricidad, un vehículo de transporte llevaría suministros hacia y desde la órbita lunar, finalmente el proyecto se canceló en 1976.



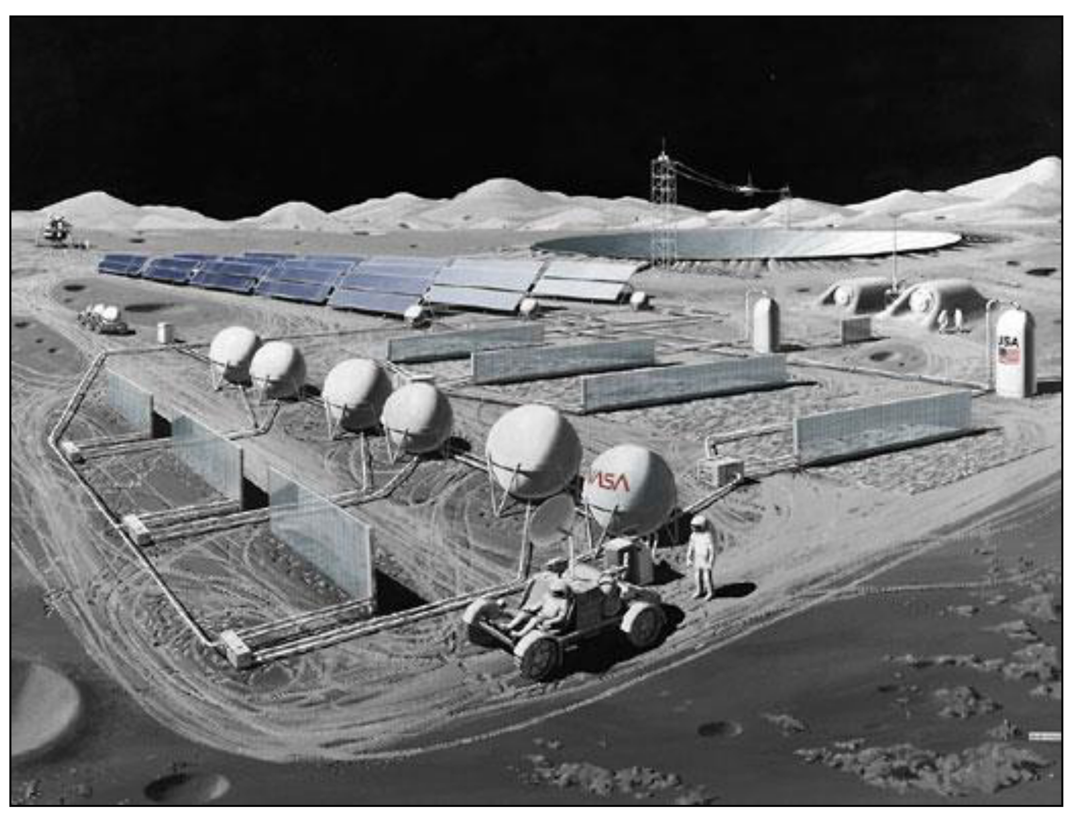
Estudio Science Applications Incorporated (SAI)

En 1983, la Div. Investigación y Análisis de Políticas de la Fundación Nacional de Ciencias reclutó a Science Applications Incorporated (SAI) para comparar el potencial de investigación científica y tecnológica de una estación espacial en órbita terrestre baja (LEO) y una base en la Luna.

En su informe, que se completó el 10-01-1984, SAI advirtió que, debido a que su estudio se realizó en un período muy corto, solo podía ofrecer una indicación preliminar de los méritos relativos de una estación espacial en órbita terrestre baja (LEO) y una base lunar (aunque SAI no lo dijo, su estudio tuvo un tiempo de respuesta corto porque sus resultados debían estar disponibles para la Casa Blanca antes del anuncio planeado del presidente Ronald Reagan de un programa de estación espacial de la NASA durante su Discurso sobre el Estado de la Unión del 25-01-1984).

SAI explicó que su estudio había utilizado un enfoque de cuatro pasos; primero, el equipo de estudio había juzgado qué disciplinas científicas y tecnológicas podrían ser mejor atendidas por una estación espacial LEO y cuáles por una base lunar, luego, el equipo había desarrollado un diseño conceptual de base lunar capaz de servir a las disciplinas que identificó, seguidamente desarrolló un concepto de sistema de transporte para desplegar y mantener la base, y, finalmente, estimó el costo de desarrollo, construcción y operación de la base lunar.

El equipo identificó varias disciplinas de ciencia y tecnología que serían mejor atendidas por una base lunar, comenzando con la radioastronomía, los radiotelescopios en forma de cuenco podrían construirse dentro de los cráteres, los radioastrónomos podrían aprovechar la cara oculta de la luna, donde se protegerían sus instrumentos de la interferencia de radio terrestre, aparte, la separación entre los radiotelescopios lunares y terrestres permitiría una interferometría de línea de base muy larga capaz de detectar detalles minuciosos de galaxias mucho más allá de la Vía Láctea.



La astrofísica y la física de alta energía (debido a que la Luna ofrece grandes planicies, vacío y una fuente local de material refinado para imanes) podrían servir como sitio para un gran acelerador de partículas.

La geología (selenología) lunar estaría mejor atendida por una base lunar que por una estación espacial, SAI señaló que, a pesar de las misiones lunares robóticas exitosas y 6 alunizajes Apollo, la luna apenas había sido muestreada y explorada, la exploración selenológica de la base lunar se centraría en comprender mejor la historia temprana y la estructura interna de la Luna y explorar en busca de posibles depósitos de minerales y volátiles, los selenólogos viajarían lejos de la base para medir el flujo de calor y propiedades magnéticas, perforar en la superficie, desplegar sismógrafos como también recolectar y analizar muestras.

El equipo de estudio observó que las muestras devueltas a la Tierra por los astronautas de las misiones Apollo contenían un 40 % de Oxígeno en peso, junto con Silicio, Titanio y otros elementos útiles, el Oxígeno lunar podría usarse como oxidante para naves espaciales de propulsión química que viajarían entre la Tierra y la Luna y desde la órbita terrestre baja hasta la órbita terrestre geosincrónica (GEO).

El silicio podría utilizarse para fabricar células solares. (SAI señaló, sin embargo, que la noche lunar de dos semanas haría que la dependencia de los paneles solares para la electricidad fuera algo difícil) el regolito lunar podría servir como protección contra la radiación; si se encontrara hielo de agua en los polos lunares, entonces la luna podría suministrar combustible para cohetes de Hidrógeno y oxidante.

El equipo esperaba que el desarrollo de la tecnología de la base lunar se dedicara a mejorar la eficiencia y las capacidades de los sistemas que respaldarían la base, como el soporte vital, con el objetivo de reducir la dependencia de los suministros enviados desde la Tierra.

El desarrollo de un sistema de transporte podría incluir investigaciones destinadas a desarrollar un lanzador electromagnético lineal del tipo propuesto por Arthur Clarke en 1950, tal dispositivo, a menudo llamado impulsor de masa, podría eventualmente lanzar cargas a sitios alrededor del sistema Tierra-Luna.

El equipo notó que algunas disciplinas podrían ser atendidas igualmente bien por una base lunar o una estación espacial en órbita terrestre, grandes telescopios para astronomía óptica podría ser igualmente efectiva en la Luna, como en órbita terrestre. Sin embargo, la Luna ofrecería una superficie sólida y estable que podría permitir la estabilidad de puntería y la coherencia del sistema óptico necesarias en un telescopio de este tipo.

SAI reconoció que su informe proponía actividades de investigación y desarrollo demasiado numerosos y a menudo demasiado difíciles para una base lunar de primera generación, por lo que dividió las actividades dentro de las disciplinas de la base lunar en dos categorías: aquellas adecuadas para su base de 1° generación y aquellas que necesitarían una instalación de 2° generación más elaborada; la radioastronomía de 1° generación, usaría dos pequeñas antenas en la cara oculta lunar, en la 2° generación, operaría una antena de 100 m de diámetro.

Habiendo definido su programa científico de la base lunar, el equipo de SAI pasó al segundo y tercer paso de su estudio, el equipo asumió que el STS de la NASA, formaría parte de la infraestructura de transporte de la base lunar, transportando tripulaciones de la base lunar, naves espaciales y de carga a la estación espacial de manera económica y confiable, donde se reunirían para volar a la Luna, SAI también propuso volver a aplicar el equipo desarrollado para la estación espacial al programa de la base lunar.


Endeavour

El sistema de transporte lunar de SAI incluiría tres naves espaciales diferentes, el Vehículo de Transferencia Orbital (OTV) reutilizable, sería una nave espacial de dos etapas con base permanente en la Estación Espacial, SAI asumió que la NASA desarrollaría el OTV para mover cargas entre la estación espacial y órbitas más altas y que este diseño básico del OTV luego se modificaría para su uso en la base lunar, el OTV, que operaría como una nave espacial pilotada mediante la adición de una cápsula de personal presurizada, sería capaz de llevar hasta 16 toneladas entre la tripulación y carga a la órbita lunar.

Los tres tipos de vehículos admitirían dos modos de vuelo, las misiones de carga unidireccionales utilizarían Direct Descent, la 1° etapa del OTV se encendería y quemaría casi todos sus propulsores, luego se separaría, daría la vuelta y encendería sus motores para reducir la velocidad y regresar a la estación espacial para su renovación, luego, la 2° etapa se encendería, quemaría la mayoría de sus propulsores y se separaría del módulo de alunizaje logístico, la 2° etapa giraría alrededor de la Luna en una trayectoria de retorno libre, caería de regreso a la Tierra, aerofrenaría en la atmósfera terrestre y se encontraría con la estación orbital, mientras tanto, el módulo de alunizaje logístico descendería directamente al sitio de la base lunar sin detenerse en la órbita lunar.

Para salidas de tripulación bidireccionales, una cápsula de personal con hasta 4 miembros de la tripulación de la base lunar y un piloto del OTV reemplazaría al módulo de alunizaje logístico, la 1° etapa del OTV operaría como en el modo de Descenso Directo, luego de un vuelo de tres días, la combinación de la cápsula personal/2° etapa del OTV se capturaría en la órbita lunar, donde se acoplaría con un módulo de alunizaje que transportaría astronautas de la base lunar con destino a la Tierra, intercambiarían lugares con el nuevo equipo destinado a la base (además de la nueva tripulación, se bombearía combustible suficiente para un viaje de ida y vuelta desde la órbita lunar a la base y de regreso y hasta 2 tn de carga desde la cápsula de personal/2° etapa del OTV al módulo de alunizaje.



Luego, la 2° etapa/módulo de personal del OTV y el módulo de alunizaje se separarían, el primero encendería sus motores para salir de la órbita lunar hacia la Tierra, y el segundo descendería para alunizar en la base lunar, la combinación de cápsula de personal/2° etapa del OTV haría aerofrenado en la atmósfera terrestre y regresaría a la estación espacial para su renovación.

La secuencia de construcción de la base de SAI comenzaría con un par de vuelos, el primero vería un módulo de alunizaje sin piloto con tanques de propulsor vacíos colocados en órbita lunar a través de una variante del modo de salida de la tripulación, una 2° etapa OTV automatizada que llevaría el módulo de alunizaje en lugar de una cápsula de personal entraría en la órbita lunar, se desacoplaría y regresaría a la Tierra, el segundo vuelo de emplearía otra variante, 5 astronautas llegarían a la órbita lunar en una cápsula de personal/2° etapa del OTV y se acoplarían con el módulo de alunizaje en espera, los 4 astronautas del equipo de inspección del sitio base se transferirían al módulo de alunizaje junto con propulsores y suministros, luego se desacoplarían y alunizarían en el sitio base propuesto, dejando al piloto del OTV solo en la órbita lunar, después de completar su inspección del sitio, regresarían a la cápsula de personal/2° etapa del OTV, se desacoplarían del módulo de alunizaje, regresando a la órbita terrestre.

Suponiendo que el sitio base fuera aceptable, el Vuelo 3 vería el inicio del despliegue de la base, un módulo de alunizaje logístico emplearía el modo de descenso directo para entregar al sitio base un módulo de interfaz y una planta de energía, el módulo de interfaz, que se basaría en el equipo de la estación orbital, incluiría una esclusa de aire cilíndrica, burbuja de observación montada en la parte superior y un túnel cilíndrico con puertos para conectar otros módulos, la planta de energía propuesta por SAI era una fuente nuclear capaz de generar 100 KW.

El vuelo 4 entregaría dos rovers, dos remolques de laboratorio móviles de 2 tn y una planta piloto de utilización de recursos lunares de 1 tn; los rovers remolcarían los laboratorios móviles hasta 200 Km desde la base en excursiones selenológicas que durarían hasta 5 días, los laboratorios móviles llevarían instrumentos para análisis elemental, mineral, detección de hielo bajo la superficie, sonda de radio para explorar debajo de la superficie lunar, cámaras estéreo y una barrena de suelo o tubo central para perforar hasta 2 m de profundidad.

El vuelo 5 entregaría el módulo laboratorio, basado en el diseño del módulo presurizado utilizado en la Estación Espacial, el Vuelo 6 entregaría el Módulo Hábitat, que proporcionaría alojamiento para una tripulación de 7 astronautas, el Vuelo 7 entregaría el Módulo de Recursos, que incluiría un centro de control presurizado y una sección no presurizada conteniendo tanques de agua, Oxígeno y soporte vital, equipos de acondicionamiento de energía y control térmico, el último vuelo sería un duplicado del Vuelo 1, entregaría un módulo de alunizaje de respaldo a la órbita lunar, la ocupación a largo plazo de la luna comenzaría con el Vuelo 9, una misión de salida de la tripulación que entregaría un equipo de construcción de 4 astronautas, otro equipo de construcción de 3 astronautas se uniría a ellos en el Vuelo 10, elevando la población base total a 7, la tripulación de la base descargaría los módulos logísticos y uniría los componentes, la central eléctrica se colocaría a una distancia segura y se conectaría mediante un cable al sistema de acondicionamiento de energía, se conectaría la planta de energía y el sistema de control térmico mediante mangueras a un intercambiador de calor/disipador de calor, luego se activaría la planta de energía, finalmente, los astronautas usarían excavadoras en los rovers para cubrir con regolito lunar los módulos presurizados para protegerlos contra la radiación.

SAI señaló que tanto la estación espacial como la base lunar podrían completarse en aproximadamente una década. Sin embargo, la estación orbital serviría a una comunidad de usuarios científicos más amplia y proporcionaría una base de OTV para el uso eventual de la base lunar, la estación espacial era un objetivo razonable a corto plazo (10 años), mientras que la base lunar produciría beneficios evidentes en un programa espacial a largo plazo (50 años).

Estudio NASA/ Johnson Space Center

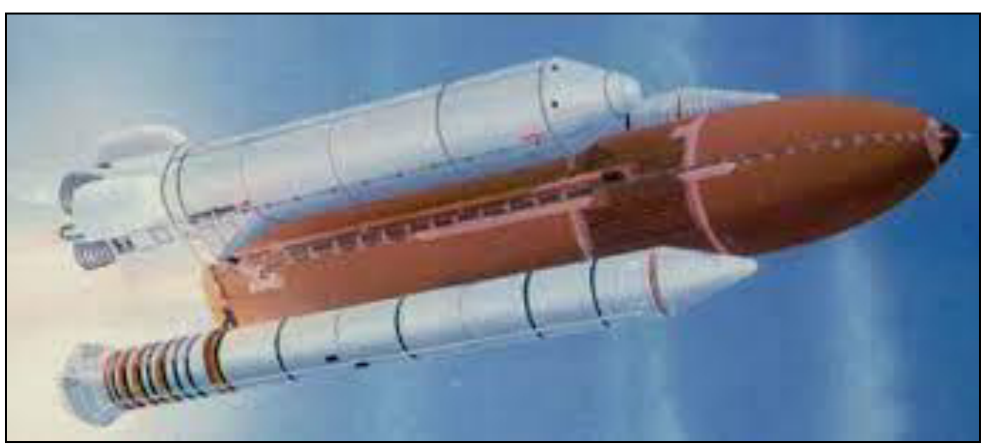
Un estudio creado por un equipo del NASA/Johnson Space Center en 1984, prometía un regreso a la luna con el uso del STS, el Shuttle-C, la estación orbital Freedom y el Vehículo de Transferencia Lunar (OTV) para construir una base lunar permanente de 18 tripulantes entre 2005-2015.

Un Vehículo de Transferencia Orbital (OTV) habría sido el centro de trabajo del proyecto, llevando cargas útiles de 18 tn a la órbita lunar utilizando dos remolcadores espaciales OTV en tándem, cada OTV tendría un peso de 7 tn en vacío y transportaría hasta 42 tn de combustible de Oxígeno e Hidrógeno.

Un vehículo de alunizaje prescindible de 3,5 tn con 13,5 tn de propulsor alunizaría módulos derivados de la estación espacial de 17,5 tn en la superficie lunar, se tendrían que lanzar 100 tn de propulsor por misión lunar; la NASA propuso desarrollar un vehículo de lanzamiento de carga pesada no tripulado derivado del STS para este propósito (Shuttle-C).

El STS transportaría el módulo de alunizaje vacío de 21 tn y carga útil a la estación espacial Freedom, donde se encontrarían con el módulo propulsor de 100 tn, el equipo basado en la estación espacial incluía hangares, talleres y almacenamiento para remolcadores, módulos de pasajeros, vehículos de maniobras orbitales, almacenamiento temporal para el módulo de alunizaje, depósito de propulsor de Oxígeno/Hidrógeno, instalaciones capaces de transferir propulsor a los OTV y al módulo de alunizaje y también un módulo hábitat para alojar a la tripulación de la estación espacial y de 4 a 6 miembros del personal transitorio de la base lunar.

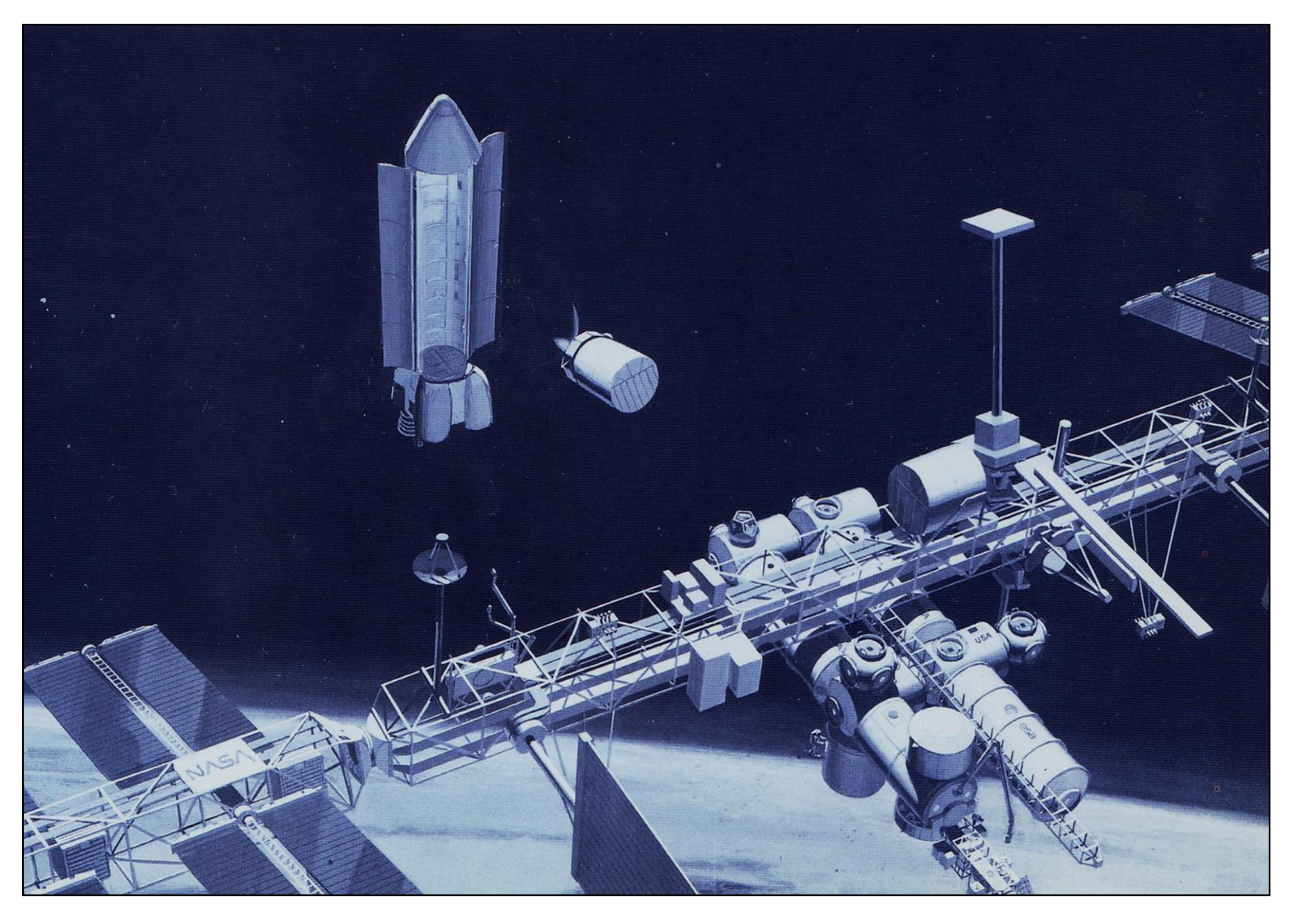




Cada misión lunar requeriría de 14 semanas-hombre de tiempo de tripulación (5 para mantenimiento y respuesta de OTV, 5 para integración y reabastecimiento de combustible de OTV/lander, 1 para renovación y revisión del módulo de pasajeros de OTV, más 3 semanas-hombre para operaciones de OMV y control de tráfico).

El vehículo Shuttle-C se lanzaría cada 3 meses, mientras que las misiones del STS cada 2 meses llevaría el resto, la estación espacial Freedom tendría que soportar un promedio de 14 ciclos de lanzamiento, retorno y renovación de remolcadores espaciales por año.

Se habrían entregado 25 elementos básicos durante 10 años para un total de 465 tn, todos mediante módulos de alunizaje unidireccional prescindible y 233 tn de carga durante 86 misiones de reabastecimiento entre 2005-2015.



Para las misiones tripuladas de intercambio de tripulación lunar, el OTV transportaría módulos de pasajeros cilíndricos de 5.5 tn para 4 o 6 astronautas, respectivamente, el OTV de pasajeros se encontraría en órbita lunar con un módulo de alunizaje de 10 tn y 6 tripulantes sería alimentado por 4 tn de Hidrógeno de la Tierra y Oxígeno producido del suelo lunar reduciendo el requisito de lanzamiento desde la Tierra, las misiones tripuladas también llevarían un módulo de alunizaje prescindible de 7 tn, más un módulo logístico de 3250 kg para el soporte vital de 4 miembros de la tripulación durante el lanzamiento y alunizaje.

El plan necesitaría el desarrollo de OTV y módulos de alunizaje en 1995-2003 para permitir la creación de una pequeña base tripulada semipermanentemente en 2005-2006; la NASA habría lanzado una estación espacial en órbita lunar en 2008-2009 para apoyar la creación de una base lunar permanentemente tripulada para 2009-2010, esta base de superficie operativa, habría contenido una instalación minera ampliada, plantas de procesamiento de materiales lunares y un laboratorio de investigación de agricultura lunar.

En 2013-14, la instalación de la superficie lunar habría crecido hasta convertirse en una base avanzada de 18 tripulantes, que constaría de 5 módulos habitacionales, laboratorio geoquímico, laboratorio químico/biológico, laboratorio geoquímico/petrológico, acelerador de partículas, radiotelescopio, plantas de cerámica y metalurgia, tres unidades de energía (90% derivadas de materiales lunares), una excavadora/grúa y tres remolques/unidades de movilidad.

El objetivo final sería una base lunar autosuficiente para 2017-18, esta instalación apoyaría la exportación a gran escala de Oxígeno lunar a la órbita terrestre, las centrales eléctricas lunares derivadas completamente de materiales lunares, así como la producción volátil para la agricultura y el transporte local; la fábrica lunar también produciría herramientas, sistemas de contención, ensamblajes fabricados, el número de expediciones tripuladas desde la Tierra sería de seis por año, el primer alunizaje tripulado se produciría en 2003, seguido de una misión en 2004, dos en 2005, tres en 2006, cuatro en 2007-2009 y seis misiones en 2010.

Un obstáculo importante para la utilización de los módulos de la estación espacial para una base inicial era la dificultad de proporcionar una protección rápida y permanente contra los impactos de micrometeoritos y la radiación de las erupciones solares; si los módulos se desplegaban en la superficie, el concepto de proteger los módulos enterrándolos debajo de 2 m de regolito lunar no sería factible, ya que teniendo en cuenta el peso del volumen del regolito en 1/6 de gravedad lunar y mínimo 2 m de profundidad de material requerido, la carga superpuesta de regolito en las superficies del módulo exterior probablemente alcanzaría cifras superiores.

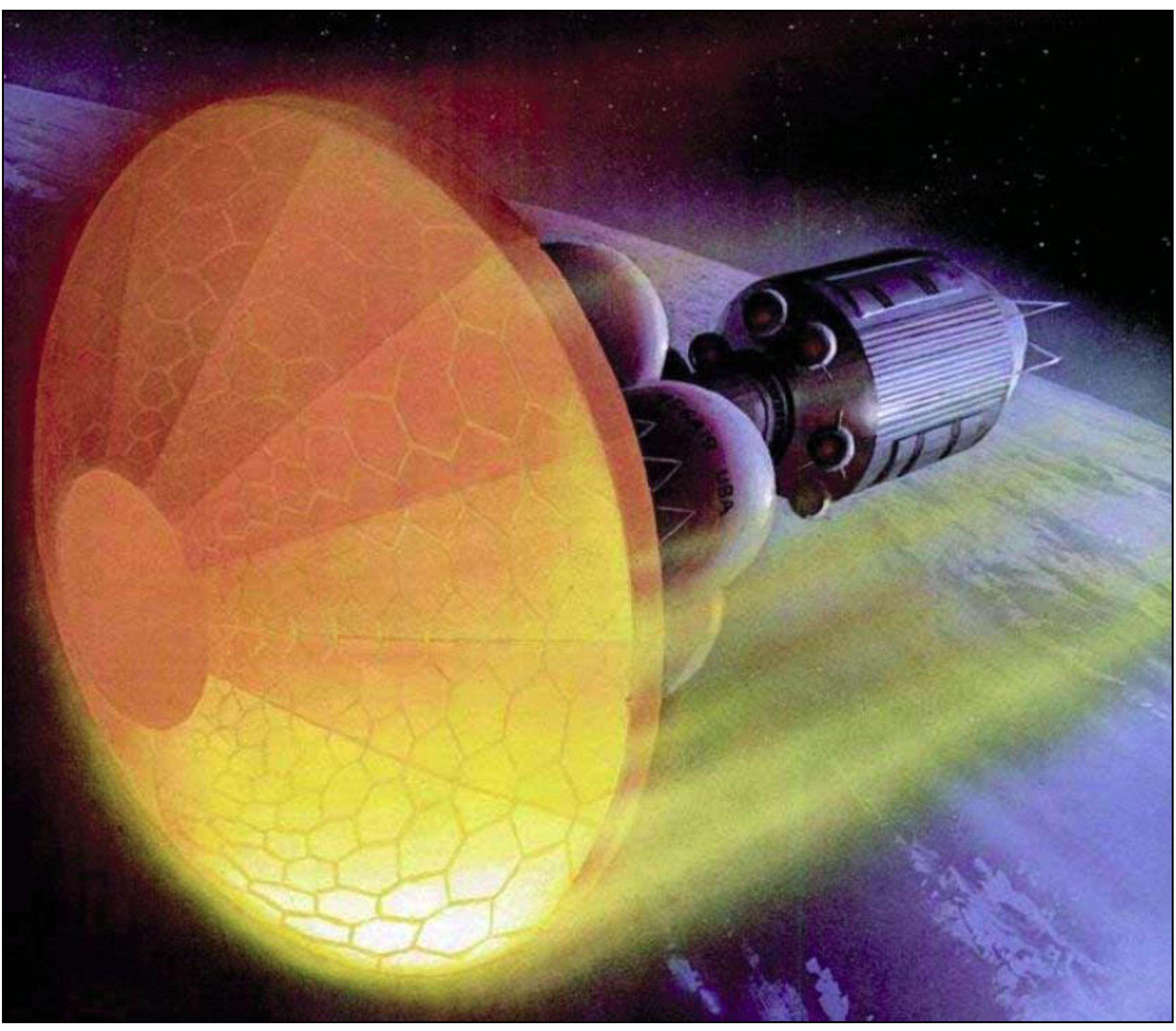
Para resolver estos problemas y evitar la necesidad de excavaciones extensas o profundas, sería posible desarrollar una envoltura de superestructura simple, desplegable manualmente, para encerrar el complejo de módulos al nivel de la superficie lunar y proporcionar el blindaje necesario, con una capa de regolito depositada sobre la superficie superior de la envoltura, esto proporcionaría una protección completa a los módulos y cualquier control ambiental externo y equipo del sistema de soporte vital, al mismo tiempo que dejaría espacio libre alrededor de los módulos para el acceso, la circulación o el crecimiento adicional.



La instalación experimental de Oxígeno lunar (Lunox) de 2002 probaría diferentes técnicas de minería, pero su producción máxima sería de solo unas pocas toneladas por mes, en 2010, se instalaría una instalación más grande para producir 60 tn de Lunox para los vehículos de excursión lunar, el transporte en la superficie lunar y las necesidades de energía portátil/soporte vital.

Las regiones del polo S fueron uno de los sitios potenciales identificados para la base lunar, los otros fueron Taurus-Littrow, Mare Nubium y como ubicación principal Lacus Veris; una vez establecida la base permanente, los vehículos de descenso podrían usarse para vuelos suborbitales y para la exploración de lugares remotos o en la búsqueda de hielo congelado en cráteres permanentemente sombreados cerca del polo.

El programa de exploración lunar disminuiría en 2010 cuando la NASA comenzara a concentrar sus recursos en el viaje a Marte; hacia 2012, el puesto lunar entraría en un período estable con una misión de transferencia de tripulación por año.



La principal aplicación de la base lunar seguiría siendo el estudio de la propia Luna, seguido de observaciones astronómicas, la baja gravedad lunar permitiría construir grandes telescopios capaces de escudriñar el cielo en todas las longitudes de onda, la cara oculta podría usarse para construir gigantescos radiotelescopios libres de las interferencias usando la Luna como pantalla, la utilización de recursos in situ podrían emplearse para extraer materiales con los que se podrían construir elementos de la base.

Base Lunar Svezda II

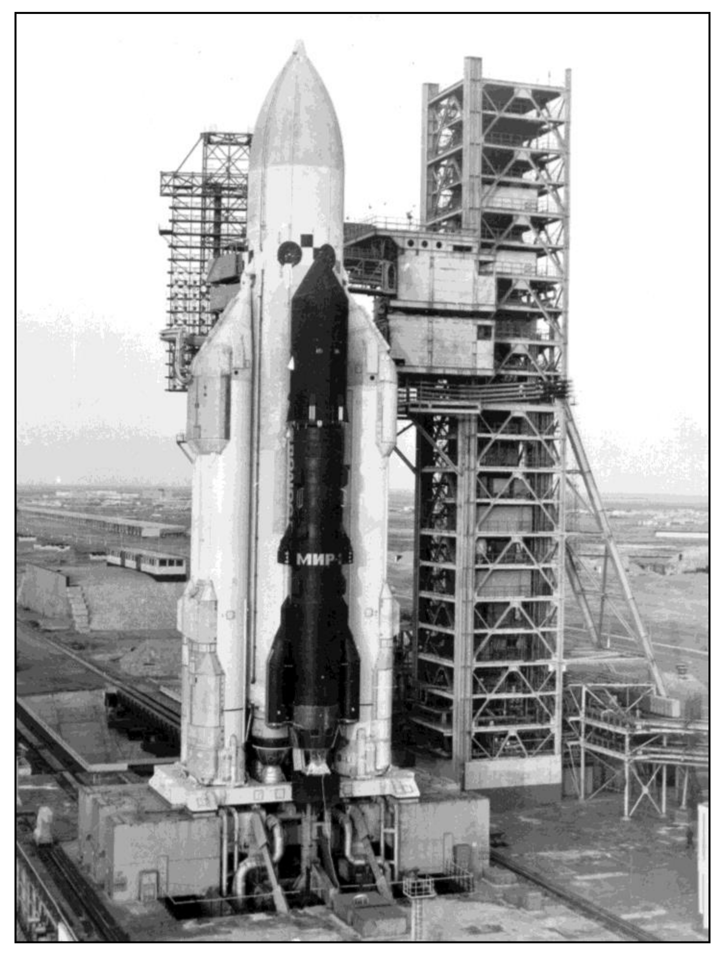
Propuesta en 1987, consistiría en dos misiones del poderoso cohete Energiya que colocarían en órbita lunar a dos vehículos espaciales, por un lado, uno completamente nuevo llamado LOK, pensado para permanecer en dicha posición, y por otro, el módulo lunar LK (basado en el LEK de la anterior propuesta).

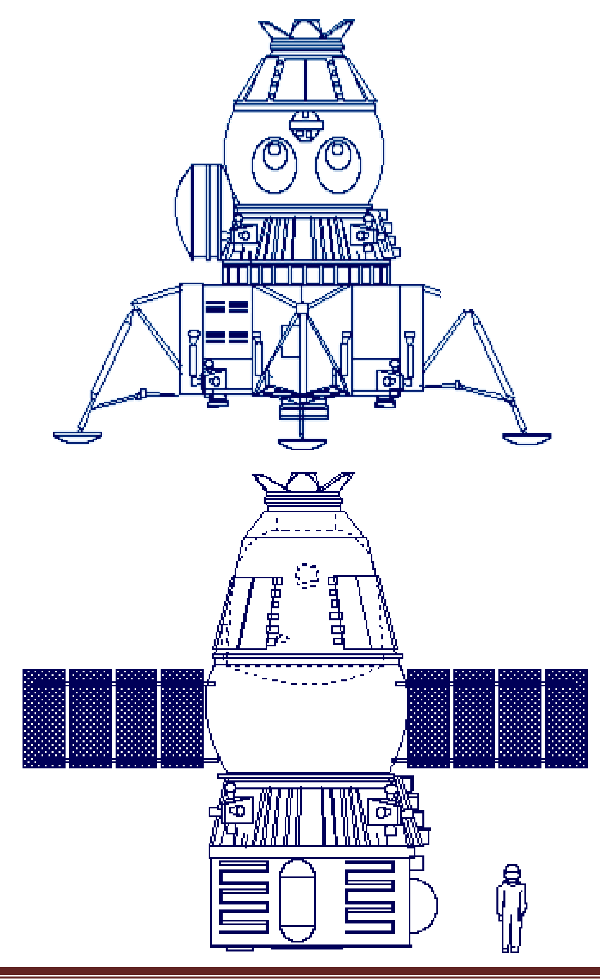
La tripulación de cinco cosmonautas viajaría en el LOK, el cual acoplarían al LK, tres miembros de la tripulación pasarían a este último, que se dirigiría hasta el punto de alunizaje seleccionado por las visitas de uno o varios vehículos Lunokhod que a su vez servirían como baliza de navegación para realizar un alunizaje preciso.

El LK se parecería mucho a su antecesor, pero sin la cabina de descenso ya que el regreso a la Tierra se efectuaría con el LOK; con sus 29 tn, debería posarse sobre la Luna bajo el impulso único de sus motores y luego de pasar entre 5 y 12 días en la superficie lunar, despegaría (sólo la etapa superior) para encontrase con el LOK en órbita lunar.

La unión entre el LK y el LOK permitiría el reencuentro de todos los cosmonautas y el regreso a la Tierra gracias a este último. Sin embargo, el retorno no sería inmediato ya que el LOK tendría la capacidad de permanecer durante un mes en órbita lunar, realizando diversas tareas de exploración remota de su superficie.

A pesar de su menor grandiosidad, la propuesta no despertó mayor importancia que la anterior y ya no era posible organizar un programa de alunizaje tripulado sin razones de verdadero peso.





Space Exploration Iniciative (SEI)

El 20-07-1989, en el 20° aniversario del alunizaje del Apollo-11 , George W. Bush , entonces presidente de los Estados Unidos , anunció planes para lo que se conoció como la Iniciativa de Exploración Espacial (SEI), en un discurso describió los planes para construir la estación orbital Freedom, enviar humanos de regreso a la Luna y el envío de astronautas a explorar Marte, no propuso un plan estilo Apollo de 10 años, pero si un compromiso continuo a largo plazo basado en los tres elementos anteriores, el presidente señaló que el destino de la humanidad era explorar y el destino de Estados Unidos liderar y le pidió a su vicepresidente, Dan Quayle que dirigiera el Consejo Nacional del Espacio para determinar lo que se necesitaba para llevar a cabo estas misiones en términos de dinero, mano de obra y tecnología.

El NASA/Johnson Space Center realizó una serie de estudios de avanzada lunar entre 1986-89 que sirvieron como base para el informe del estudio de 90 días en 1989, este documento asumía que la primera misión tripulada de 30 días tendría lugar en 2001 después de las dos primeras misiones de carga en 1999 y 2000.



La NASA prepararía la Estación Espacial Freedom, como puerto espacial para misiones lunares tripuladas (Spacedock) la estructura Dual Keel que se pospuso indefinidamente en 1987-88 tendría que construirse para soportar vuelos de vehículos de transferencia de carga desechables, contendría un gran hangar de servicio para Vehículos de Transferencia Lunar (LTV) reutilizables y se tendrían que agregar dos generadores de energía dinámica solar de 75 KW, la energía adicional era necesaria para la instalación y para apoyar temporalmente a una tripulación ampliada de 14 a 16 astronautas para misiones lunares, la NASA identificó actualizaciones a la estación orbital Freedom que gradualmente habrían aumentado sus capacidades al agregar más módulos, energía, instalaciones de procesamiento de vehículos espaciales y miembros de la tripulación.

Entre 1992-96 se llevarían a cabo una serie de misiones compuestas por rovers y sondas de retorno de muestras de los sitios candidatos para la base lunar, junto a estudios de satélites de mapeo.

La estación espacial Freedom apoyaría dos misiones lunares por año en 1999-2002, pero no tendría capacidades de reacondicionamiento del LTV, por lo que todas las misiones tendrían que ser prescindibles, hacia 2003 los generadores de energía dinámica solar adicionales y otros equipos permitirían el mantenimiento de los LTV y en 2004 la Estación Espacial Freedom apoyaría hasta tres misiones lunares por año.

El estudio de 90 días estimó el costo a largo plazo de SEI entre 20 y 30 años, la Academia Nacional de Ciencias coincidió en gran medida con el estudio de la NASA, pero la Casa Blanca y la reacción del Congreso al plan de la NASA fue hostil, principalmente debido a la estimación de costos, en particular, los miembros demócratas del Congreso criticaron casi de inmediato el plan de Bush, la ejecución de la SEI fue asignada a la NASA, pero no sobrevivió mucho tiempo en la administración de Bill Clinton.

Synthesis Group

En 1991, el vicepresidente Quayle y el administrador de la NASA le pidieron al Tte. Gral. de la USAF Thomas P. Stafford, que sirviera como presidente de un grupo para analizar y sintetizar las recomendaciones del Programa de Extensión, por lo que Stafford reunió a un grupo de personas del Dto de Defensa, US Army, US Navy, USAF, el Dto de Energía, Comercio, Salud y Servicios Humanos, la NASA, academias y la industria.

El Grupo Síntesis fue autorizado para proporcionar dos o más arquitecturas significativamente diferentes, prioridades tecnológicas y los primeros logros para apoyar la SEI de la nación, participaron 23 miembros, todos profesionales de vasta experiencia que se reunieron periódicamente para revisar el progreso y participaron en sesiones de trabajo para dirigir los esfuerzos del Grupo Síntesis.

Para dar un marco de referencia para la SEI, fue necesario determinar las actividades a realizar en la Luna y Marte; a partir de ese punto, podría decidirse cómo proporcionar una capacidad para realizar estas actividades.

El Grupo se concentró inicialmente en las principales actividades temáticas que se realizarían en la superficie, estas actividades se delimitaron aún más mediante la definición de capacidades incrementales, cada capacidad incremental era un logro significativo en sí mismo; se desarrollaron arquitecturas que reflejaron las Visiones Nacionales del Espacio, se definieron estrategias técnicas comunes a todos, también se identificaron tres áreas de variabilidad, estas diferencias resultaron del grado en que cada uno de los siguientes énfasis se desarrollaba y perseguía, énfasis en la exploración y la ciencia, en la presencia humana y en el desarrollo de recursos espaciales

Los conceptos de capacidades operativas iniciales y capacidades operativas siguientes fueron importantes para las arquitecturas, ya que proporcionaron puntos de decisión lógicos dentro de la SEI, los puntos de decisión permitían la flexibilidad necesaria durante la vida de la SEI para modificar el énfasis, adoptar nuevas tecnologías o responder a cambios en la financiación disponible.

Las arquitecturas de la SEI se basaron en las prioridades de seguridad, costo, desempeño y cronograma, diferentes de las prioridades del programa Apollo que eran las de seguridad, cronograma, desempeño y costo: estas prioridades y las lecciones aprendidas de la experiencia previa establecieron una base filosófica de conceptos e ideas específicos que fueron comunes a todas las arquitecturas de la SEI.

La seguridad de la tripulación sería la consideración principal para las operaciones de vuelos tripulados, las misiones que incluían vuelos de larga duración y estadías en la superficie requerirían diseños de sistemas y conceptos de operaciones que mantuvieran la salud y la seguridad de la tripulación, se establecieron principios de aborto de misión para las arquitecturas, considerando opciones para cada fase de misión, la base para todas las opciones de cancelación era reducir la vulnerabilidad a fallas gracias a la confiabilidad y redundancia del sistema, y brindar flexibilidad al comandante de la misión para ejecutar un modo de cancelación si fuera necesario.

Las actividades en la superficie lunar abarcarían los componentes principales de la SEI, ciencia, exploración, presencia humana y recursos espaciales, en cada actividad, se emplearían tareas, equipos y estrategias específicas para lograr los objetivos de la misión.

El regolito lunar contiene gases de luz solar absorbidos, como el Hidrógeno y Oxígeno autóctono que se puede extraer y recolectar para su uso como propulsor y soporte vital, también sirve como fuente de cerámica y metales para la construcción en la Luna y en el espacio Tierra-Luna; elementos como el Hierro, Titanio y Aluminio son relativamente abundantes.

La Luna sería un objetivo importante para las investigaciones científicas, tanto como objeto de estudio, como plataforma para la observación del Universo, ya que con su baja gravedad, vacío y largas noches, sería un excelente sitio donde se podrían colocar y operar delicados instrumentos astronómicos.

El suelo podría servir como protección contra la radiación para los hábitats de la superficie, la energía solar está constantemente disponible durante el día lunar (14 días terrestres) el Helio-3 está presente en el suelo lunar; este material podría, en última instancia, alimentar reactores de fusión terrestres proporcionando energía eléctrica limpia y segura.

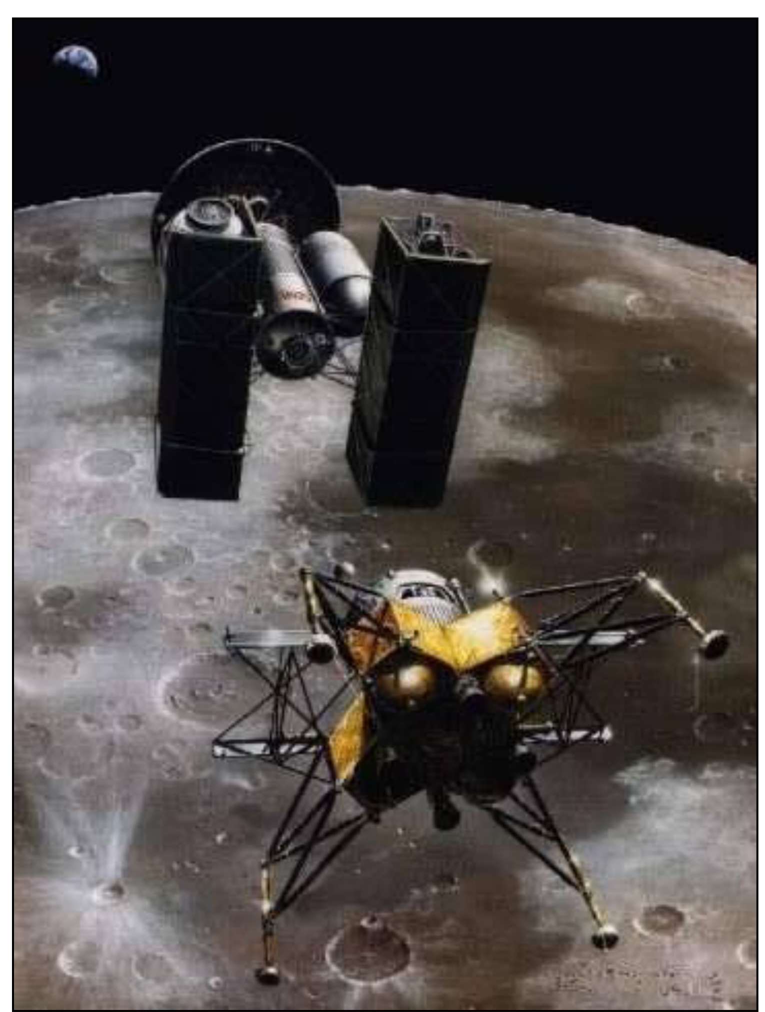
La Luna proporcionaría un entorno de prueba del desempeño humano para velar por la seguridad de la tripulación, la exposición prolongada a la gravedad cero y la eficacia de las contramedidas a la exposición deberían comprenderse bien antes de enviar tripulaciones a Marte, el grado de autonomía requerido en los sistemas y equipos se evaluaría mejor después de comprender la adaptabilidad de la tripulación a un entorno de gravedad reducida, requiriendo simulaciones de permanencia durante el tiempo que se pasa en la superficie lunar y en las instalaciones basadas en el espacio; la tripulación se adaptaría en instalaciones lunares, realizando tareas similares a las requeridas en una base en la superficie de Marte, también experimentarían los efectos psicológicos y aislamiento que se sentiría en un viaje al planeta rojo, los conceptos operativos se desarrollarían para hacer el mejor uso de los sistemas en las superficies planetarias.

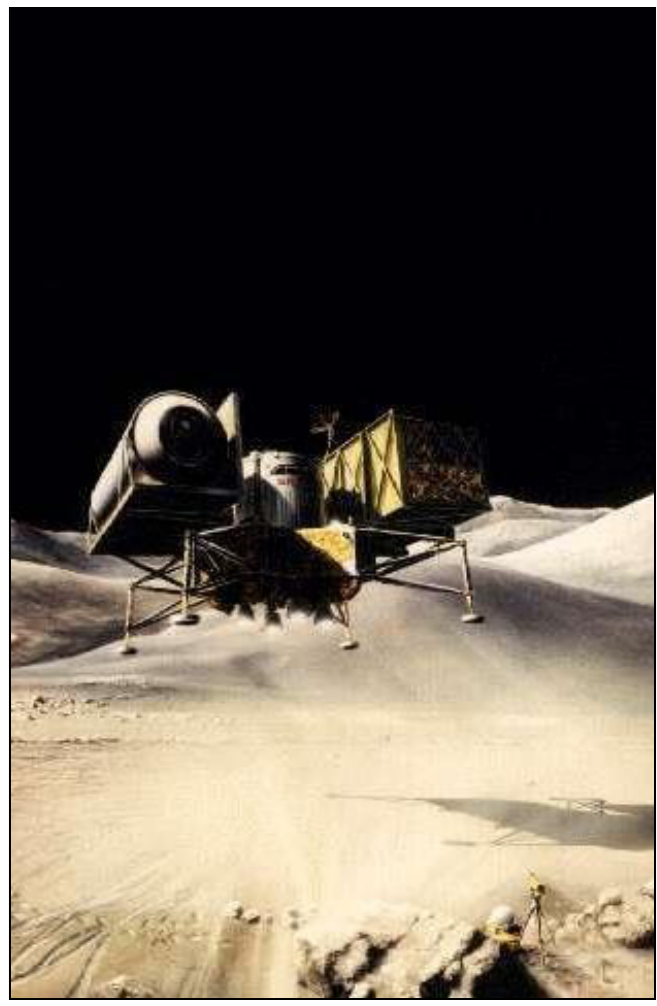
Una misión lunar típica comenzaría con el lanzamiento en LEO de un vehículo de carga que contendría un hábitat, una fuente de alimentación, vehículo de alunizaje, consumibles y experimentos; al acercarse a la Luna, el Vehículo de Transferencia Lunar proporcionaría una maniobra de captura de propulsión orbital para colocar la carga y su módulo de alunizaje en una órbita lunar; posteriormente la carga se colocaría en un sitio de alunizaje preseleccionado; a la misión de carga lunar le seguiría la misión tripulada que lleva consumibles y experimentos, así como un rover, al finalizar su estadía en la superficie lunar, la tripulación regresaría al encuentro con el Vehículo de Transferencia Lunar, que realizaría una maniobra de propulsión para colocar a la tripulación en un rumbo de regreso a la Tierra y hacer una entrada directa a la atmósfera terrestre usando un módulo de comando tipo Apollo.



La primera misión lunar estaría prevista para 2005 con una tripulación de 6 astronautas en lo que se denominaría Capacidad Operativa Inicial, el módulo de alunizaje estaría precedido por un módulo de carga que contendría el hábitat y otros instrumentos, la estancia inicial se estimaba en 14 días, 5 miembros de la tripulación descenderían a la superficie en un rover sin presión, y el sexto miembro de la tripulación permanecería en órbita.

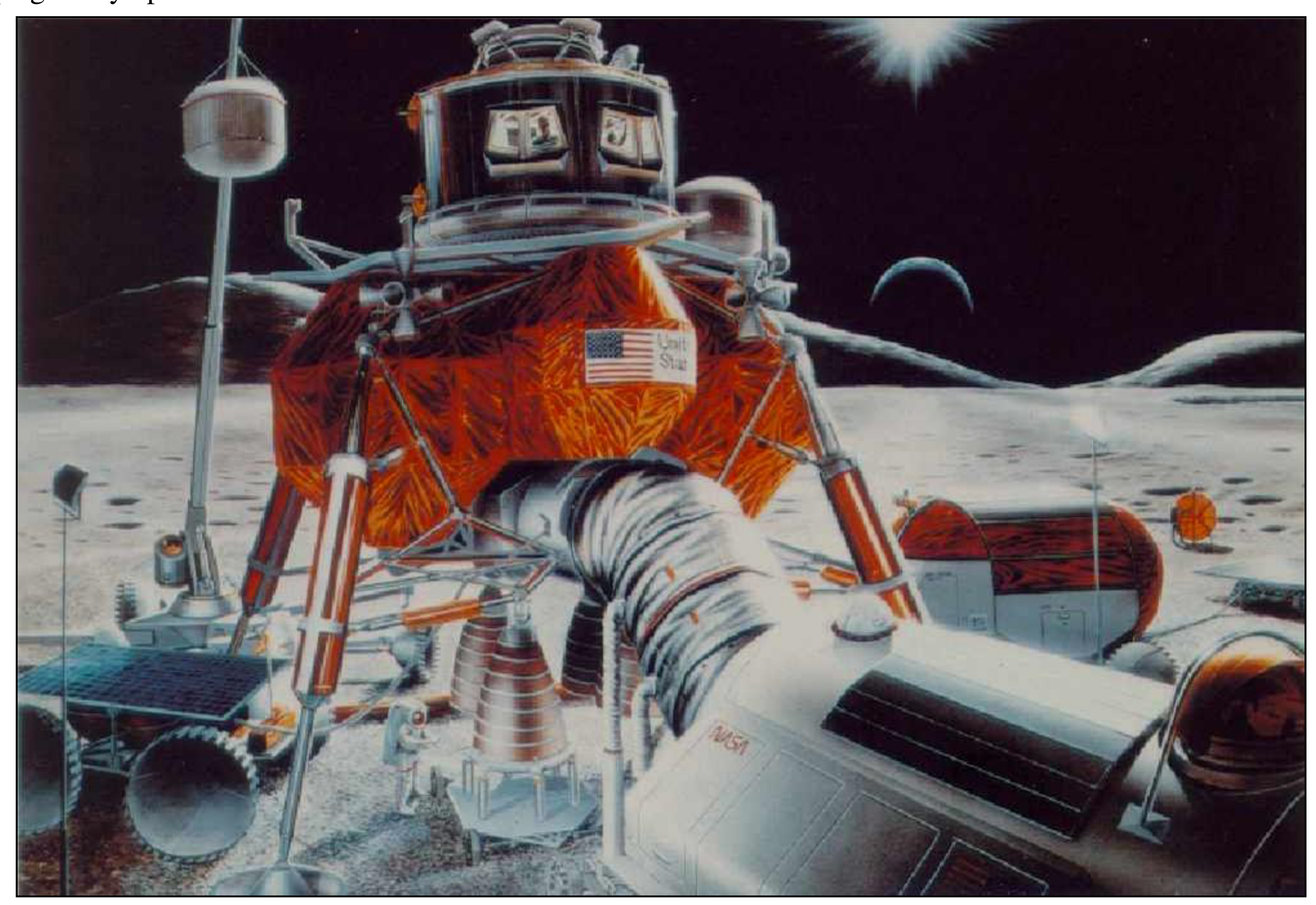
Los astronautas vivirían fuera del módulo de alunizaje mientras configurarían el hábitat y su protección de regolito, el primer equipo instalaría el sistema de advertencia de llamaradas solares cerca del hábitat; en 2006 alunizaría otra tripulación de 5 astronautas por otros 14 días viviendo en el hábitat y otro permaneciendo en órbita lunar, en la superficie los astronautas verificarían el estado del equipo y desplegarían pequeños instrumentos para inspeccionar y examinar sitios geológicos, si se eligiera un sitio Apollo, se examinaría el equipo que quedó de esa misión para determinar el efecto de la exposición a largo plazo en la superficie lunar, ciertos elementos se desmontarían y se enviarían a la Tierra para su análisis.





La siguiente capacidad en esta arquitectura sería la Capacidad Operativa Lunar Next-1, diseñada para demostrar que se podría operar de manera efectiva en la Luna durante un período prolongado de tiempo, incluida una noche lunar (14 días), utilizando equipos prototípicos de una base en Marte, después de lograr la Capacidad Operativa Inicial, se enviaría un vuelo de carga a la Luna en 2007 que llevaría un rover presurizado y una planta de energía nuclear, a esta misión de carga le seguiría una misión con 6 tripulantes que tendría una duración de 45 a 60 días, la tripulación evaluaría el rover presurizado, incluidos los telerrobóticos y realizarían actividades científicas.

Capacidad Operativa Lunar Next-2; en esta etapa, el objetivo sería realizar un ensayo general completo para la misión a Marte mientras se adquieren importantes datos de ciencias de la vida, en 2008, se iniciaría el ensayo de amartizaje con una misión de carga al sitio lunar elegido para la simulación de Marte (muy cerca del sitio original) vuelo que llevaría la misma configuración de carga que se colocaría en Marte antes de la primera misión humana, incluyendo un hábitat, rover presurizado, planta de energía nuclear, equipo de exploración científica y equipo de comunicaciones necesarios para las operaciones en la superficie marciana, todos los sistemas y equipos serían desplegados y operados remotamente.



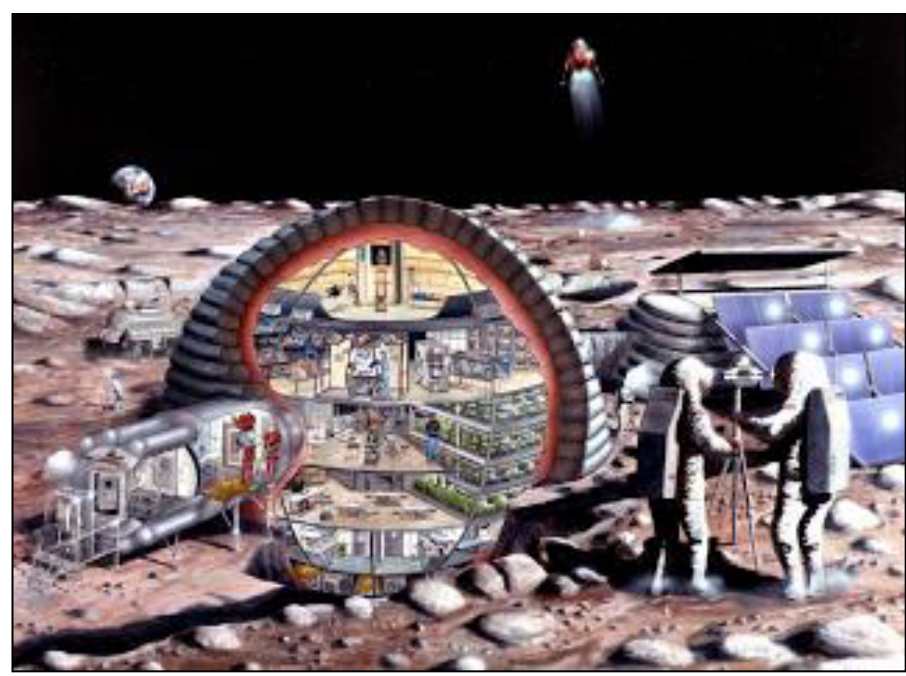
Los vehículos y sistemas utilizados serían los mismos que se llevarían a Marte, brindando la oportunidad de desarrollar procedimientos y técnicas para que la tripulación orbital lograra ciencia significativa utilizando sistemas telerrobóticos en la superficie lunar ya que las técnicas y procedimientos desarrollados en la órbita lunar son directamente aplicables a su utilización en la órbita de Marte, mientras este vuelo de 150 días de duración estaría en progreso, otra tripulación de 6 miembros realizaría una segunda misión, que estaría planeada para que estuvieran en la superficie lunar cuando llegara el equipo de ensayo en órbita, 3 de los miembros de la tripulación se dirigirían al sitio de ensayo de amartizaje en un rover y brindarían asistencia al equipo de ensayo para verificar su adaptación al entorno de gravedad de Marte, la tripulación en el sitio podría ayudar a realizar los experimentos y protocolos de ciencias de la vida necesarios y permanecería en la Luna verificando las operaciones del equipo hasta una duración total de la misión de aproximadamente 90 días, la finalización exitosa de esta fase de las operaciones lunares constituiría un ensayo general de una misión a Marte, completada con éxito, la misión a Marte podría continuar con un riesgo mínimo, si se requirieran rediseños o más pruebas en la Luna, se estimaban nuevas oportunidades para realizar misiones adicionales en 2010 y 2011 antes de lanzar una misión de carga a Marte en 2012.

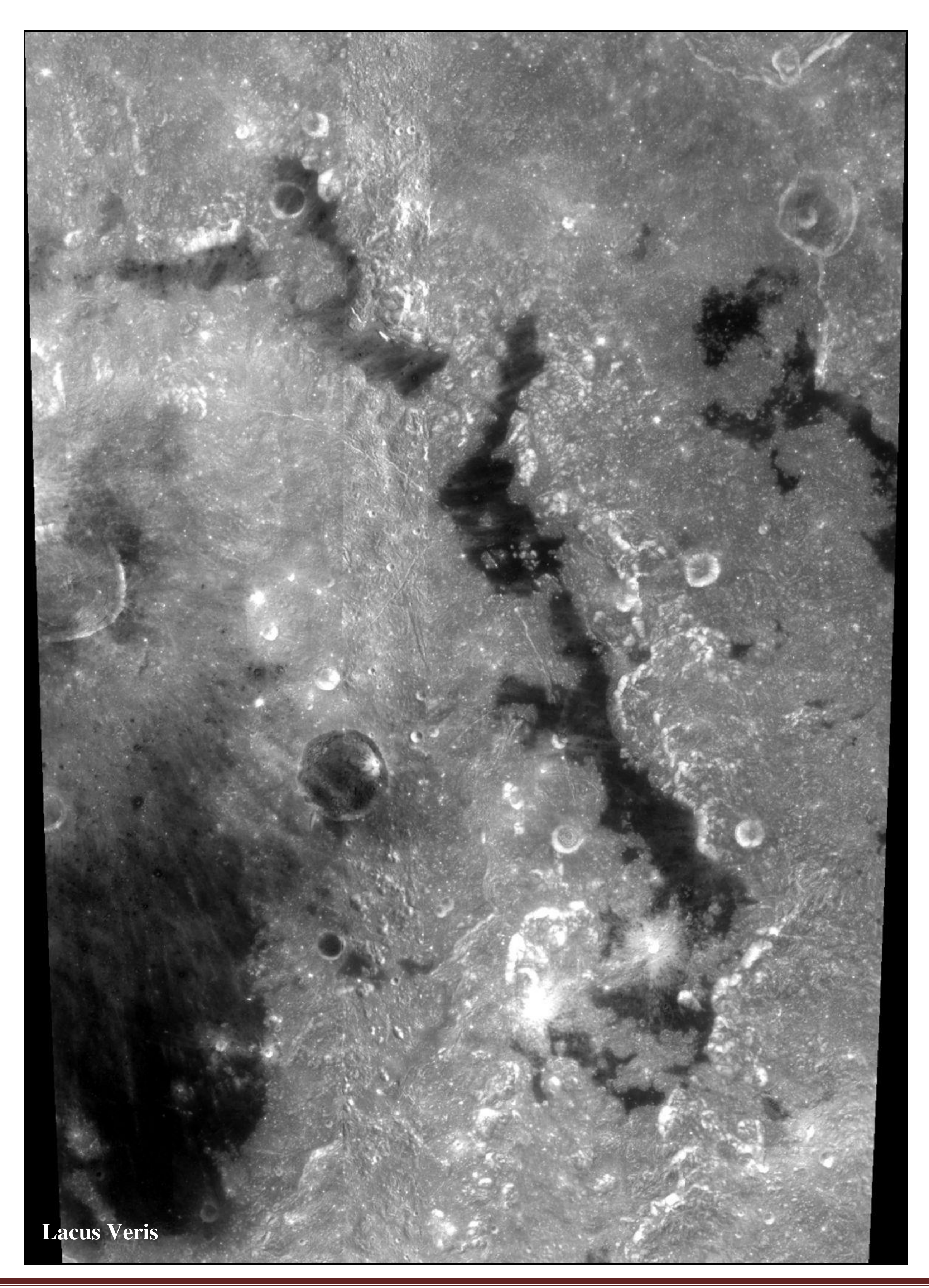
Lacus Veris Lunar Outpost

En 1989, de un estudio del NASA/Johnson Space Center surgió la propuesta denominada Base Lacus Veris Lunar Outpost (su nombre se debe al lugar elegido para su emplazamiento), comprendía una gran cúpula hinchable de 16 m de diámetro con varios niveles para albergar una tripulación permanente de 12 astronautas, el nivel superior estaría dedicado al apoyo de la tripulación, como el mantenimiento de la salud y las instalaciones recreativas, los niveles intermedios contenían los alojamientos y las instalaciones de higiene personal, estaciones de trabajo de operaciones de superficie, centro de datos y comunicaciones, sala de operaciones de la base, el centro de operaciones, bibliotecas, instalaciones de gestión de residuos, laboratorio de experimentos lunares y procesamiento de datos científicos.



La energía se generaría mediante paneles solares durante el día y células de combustible de 25 kW de potencia durante la noche, también se emplearía un RTG modelo SP-100 de 300 kW para procesar el regolito con el fin de generar Oxígeno líquido, la capacidad de energía aumentaría en 2008 a medida que se expandieran las operaciones en la superficie a un rango de varios Km desde la base.




Lacus Veris

First Lunar Outpost (FLO)

Fue el estudio de base lunar más completo bajo la SEI, destinado a ser la nave insignia del programa a partir del cual tendrían que competir otras propuestas, el concepto FLO incorporó muchas recomendaciones del informe Synthesis, principalmente el uso de un vehículo de lanzamiento superpesado de clase Nova para minimizar el montaje y las operaciones en LEO y en la superficie de la Luna. FLO fue un cambio importante con respecto a las propuestas anteriores de SEI, ya que el vehículo era independiente y prescindible en lugar de reutilizable y se estaba organizando fuera de la estación espacial Freedom, el diseño se basó en lanzadores masivos pero simples para transportar grandes cantidades de cargas útiles a la vez en lugar de varios lanzamientos pequeños y complicados, el programa habría consistido casi por completo en la tecnología existente, como el cohete Saturn y la estación espacial Freedom, solo sería necesario desarrollar el vehículo de alunizaje.

Según las recomendaciones del informe Synthesis, FLO habría confiado en un vehículo de lanzamiento derivado de Saturn-V conocido como Comet que habría sido capaz de llevar 254 tn a órbita terrestre baja y 97 tn en una inyección trans-lunar, el NASA/Marshall Space Flight Center investigó el cohete Comet HLLV o una posible configuración del National Launch System (NLS), entonces en desarrollo, con cuatro propulsores F-1A agregados al vehículo básico de dos etapas, el diseño consistía en un Saturn-V, una 1° y 2° etapas estiradas, una nueva 3° etapa y nuevos impulsores F-1 laterales, los motores se actualizarían al nuevo F-1A y variantes J-2S, también se consideró una variante de propulsión nuclear de la 3° etapa, utilizando dos motores que habrían reducido el tamaño y el peso de la etapa de inyección lunar y el tamaño del vehículo en general; tanto los estudios de Boeing como el informe Synthesis recomendaron que la NASA invirtiera en tecnología de propulsión nuclear, el NASA/Lewis Research Center estableció una Oficina de Sistemas Nucleares para desarrollar y probar un motor completamente funcional para el año 2005.



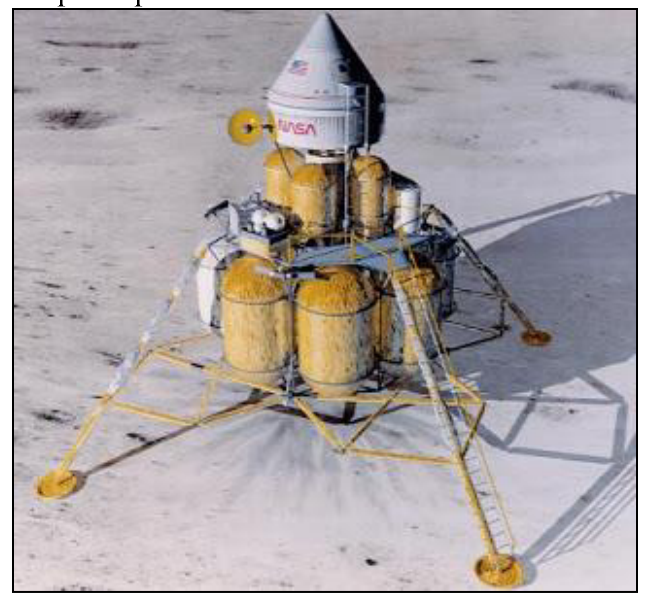


El vehículo de alunizaje pesaría 103 tn y estaría propulsado por 4 motores RL-10, completamente desplegado, sus patas se extenderían a 18,8 m de ancho y tendrían una altura de 14,1 m. Cada vuelo tripulado de FLO solo requeriría una lancha y un vehículo, el cohete Comet enviaría el módulo de alunizaje en una trayectoria hacia la superficie lunar, donde luego usaría sus motores para frenar y aterrizar, desde la superficie, el vehículo de ascenso llevaría la cápsula de la tripulación directamente de regreso a la Tierra.

Los astronautas viajarían en una cápsula del tipo Apollo ampliada que le permitiría transportar cómodamente una tripulación de 4 astronautas en su tránsito de 4 días hacia la Luna, el vehículo alunizaría automáticamente porque los astronautas no tendrían vista de la superficie para pilotarlo, para bajar a la superficie, los astronautas tendrían que descender desde la cápsula de la tripulación por una escalera a una plataforma y luego por una escalera a la superficie, para su retorno a la Tierra, el vehículo utilizaría tres motores y combustibles hipergólicos por razones de seguridad.

El módulo de alunizaje de carga sin tripulación era tan importante como el vehículo con tripulación, podría llevar una carga útil de 36 tn y se usaría para transportar grandes cantidades de material para construir un puesto de avanzada, llevaría el módulo hábitat inicial antes de la primera misión tripulada y luego se usaría para llevar rovers y otros hábitats, misiones posteriores llevaría equipos ISRU para probarlos en la superficie lunar antes de enviar esa tecnología a Marte.

El módulo hábitat pesaría 35,9 tn, sería una versión modificada del diseño estándar de hábitat y laboratorio de la estación Espacial Freedom, por lo que no necesitaría ninguna configuración adicional después del alunizaje y podría desplegar automáticamente su matriz solar de 20 KW y realizar su propia verificación del sistema, serviría como un laboratorio de ciencias de la vida y análisis de suelos, podría ser visitado por tripulaciones por hasta 45 días a intervalos de cada 6 meses; expediciones posteriores podrían expandir la base para más tripulantes y, eventualmente, contar con una tripulación permanente o usar el sitio como un campo de pruebas para la tecnología del espacio profundo.





Se utilizó a una zona de Mare Smythii como sitio de referencia de diseño para demostrar cómo sería una misión óptima, el equipo evaluó otros sitios para ver qué tan flexible era el diseño, llegando a la conclusión de que a excepción de algunos sitios especializados, como los polos lunares, el fondo de los cráteres u otros terrenos inusuales no cambiarían mucho de un sitio a otro la carga científica de la misión y las actividades EVA, el sitio de alunizaje real se decidiría por un comité científico en el transcurso de muchos meses.

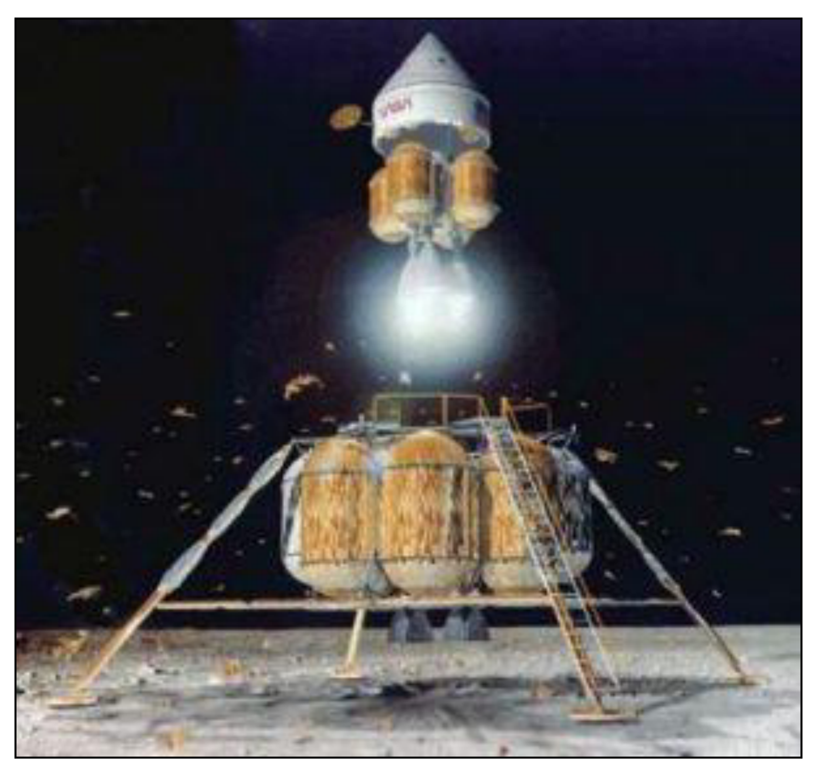
En la superficie, la tripulación realizaría nueve travesías usando un rover despresurizado de 4 astronautas, cada recorrido llegaría a un rango máximo de 25 Km y visitarían las principales características geográficas recopilando datos sobre el área, cada travesía se dividía en segmentos adecuados para un EVA de 8 hrs en el rover.

Los diseñadores de la misión decidieron cuatro disciplinas principales en las que los equipos de superficie se centrarían durante la misión: astronomía, geofísica, ciencias de la vida y física del espacio, los astronautas también desplegarían varias cargas útiles científicas independientes como el paquete de monitoreo geofísico, conjunto de herramientas geológicas lunares, telescopio de tránsito lunar, telescopio solar pequeño, paquete de ciencias de la vida.

La más pesada de las cargas útiles sería el equipo de demostración de utilización de recursos (ISRU), consistía en varios experimentos para que los astronautas demostraran el uso de recursos en la Luna, como calentar el regolito lunar para extraer el Oxígeno, el enfoque principal sería probar la tecnología para las misiones tripuladas a Marte.

La segunda misión se centraría menos en la exploración y más en la instalación de equipos de investigación adicionales, así como en la atención del puesto de avanzada, el enfoque principal de la tripulación sería perforar en la superficie utilizando un taladro de 10 m para extraer recursos y muestras, también comenzarían a desplegar un conjunto de radiotelescopios y volverían a visitar el sitio del telescopio óptico, la misión requeriría trajes EVA más nuevos y actualizados que fueran más cómodos, tuvieran mejor movilidad y fueran más fáciles de manejar.

El 1-04-1992, Dan Goldin se convirtió en administrador de la NASA y, durante su mandato se abandonó la exploración humana a corto plazo más allá de la órbita terrestre, aplicándose la estrategia "más rápido, mejor y más barato" a la exploración robótica de la ciencia espacial; cuando el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca publicó su revisión de la Política Espacial Nacional en 1996, carecía de cualquier mención a la exploración espacial humana más allá de la órbita terrestre.



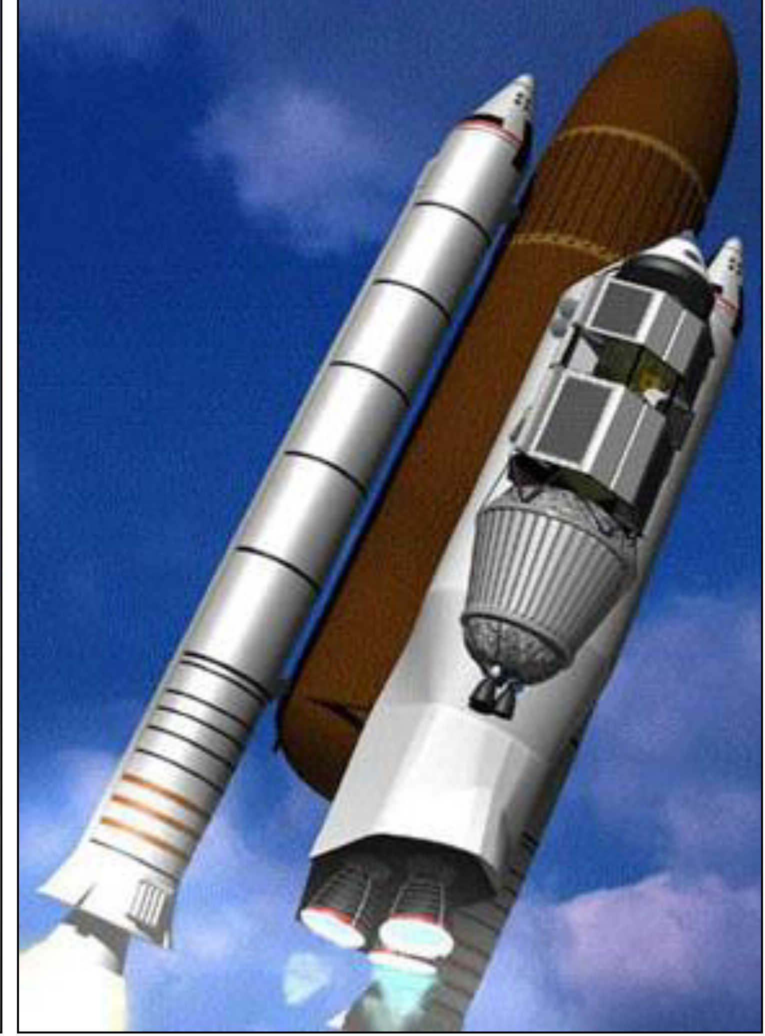
International Lunar Resources Exploration Concept (ILREC)

Arquitectura de misión propuesta bajo la SEI por el ingeniero del NASA/Johnson Space Center, Kent Joosten, el plan habría utilizado la ayuda de socios internacionales, principalmente la Unión Soviética, para montar una base lunar y un servicio de transporte lunar sostenible; utilizaría múltiples encuentros en la superficie lunar donde los vehículos se encontrarían para repostar, en lugar del encuentro en la órbita lunar, como lo hizo la misión Apollo.

El sistema de lanzamiento tenía dos variantes operativas funcionalmente diferentes, el cohete Energiya-Polyus sería la configuración de prueba inicial, en la que se utilizaría el sistema Polyus como etapa final para poner la carga útil en órbita, y el Energiya-Buran, en el que el Buran sería la carga útil.

El concepto Shuttle-C reduciría los costos de desarrollo de un vehículo de lanzamiento pesado al reutilizar la tecnología desarrollada para el programa del STS, una propuesta incluso implicó convertir a los STS Columbia o Enterprise en un lanzador de carga de un solo uso; antes de la pérdida del STS Challenger, la NASA esperaba unos 14 vuelos al año, después del incidente, quedó claro que esta tasa de lanzamiento no era factible por una variedad de razones, con el Shuttle-C, se pensó que los menores requisitos de mantenimiento y seguridad para el vehículo sin tripulación permitirían una mayor tasa de vuelos.





El módulo de carga tendría una estructura rectangular que incluiría tanques de combustible y bloques de motor hacia cada extremo del vehículo, su sección central albergaría cargas útiles que podrían desplegarse en la superficie, serían capaz de llevar 11 tn de carga útil y serían diseñados y construidos por la NASA, Se ensamblarían en Estados Unidos y se enviarían a Rusia en aviones de transporte al Cosmódromo de Baikonur para su lanzamiento a bordo de un cohete Energiya.



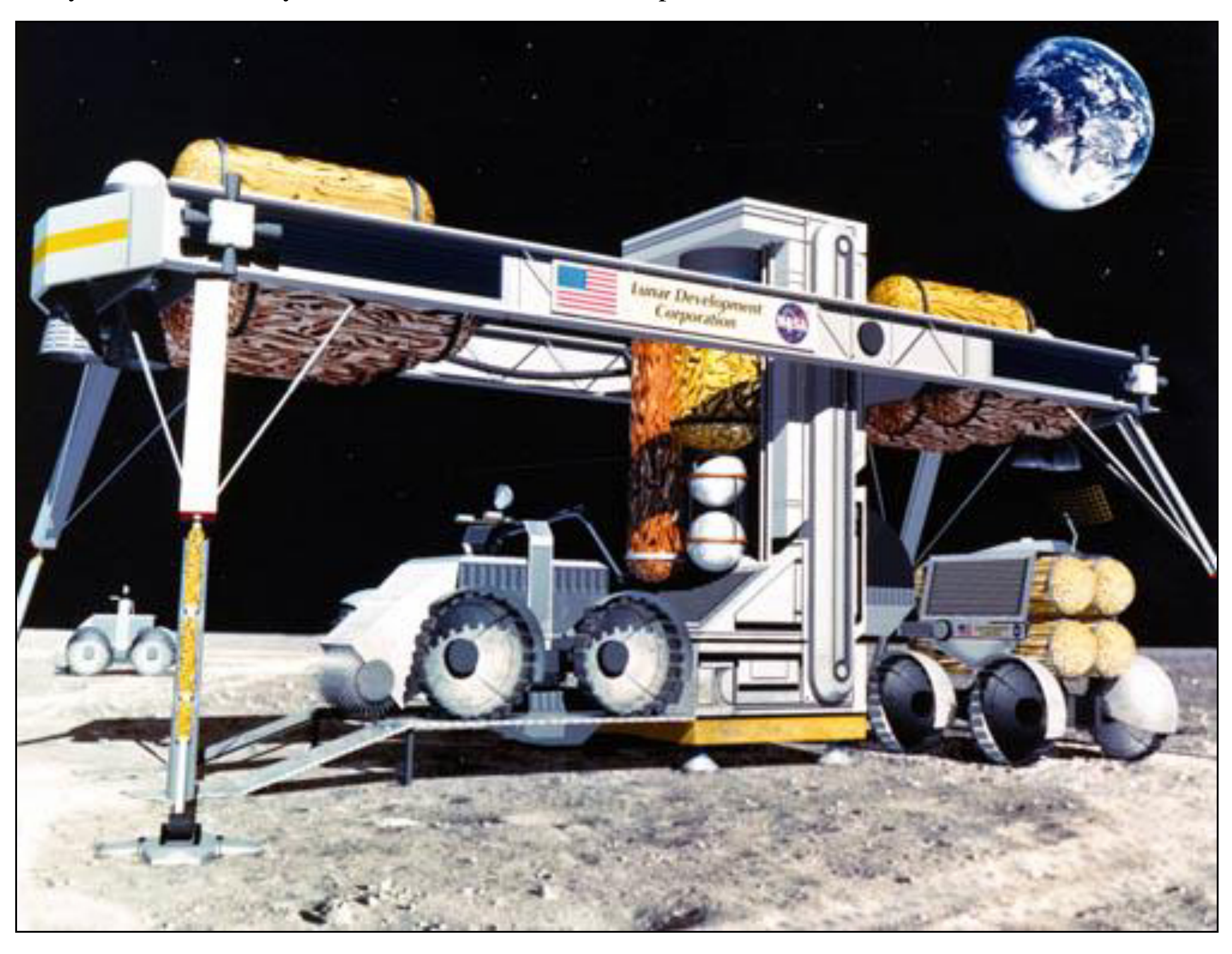
El diseño del ILREC Piloted Lander era una mezcla entre un módulo de alunizaje tradicional y una cápsula orbital, el compartimiento de la tripulación se derivaría del Módulo de Comando Apollo sin puerto de atraque delantero, se montaría horizontalmente en la parte delantera de un módulo de alunizaje de tres patas, que se doblarían contra la parte inferior dentro de una cubierta aerodinámica durante el lanzamiento a bordo de un Shuttle-C, durante el alunizaje, los motores quemarían el Oxígeno y el Hidrógeno de la Tierra, poco después, el módulo se recargaría con Oxígeno líquido de la planta de Oxígeno lunar automatizada.



El módulo de alunizaje se elevaría a una órbita de estacionamiento lunar y eventualmente se enviaría en una trayectoria de regreso, la cápsula de la tripulación se separaría de la etapa con motor y se orientaría para un reingreso con su escudo térmico, la sección de alunizaje se quemaría en la atmósfera y desplegaría un paracaídas orientable para una recuperación terrestre en el Centro Espacial Kennedy.

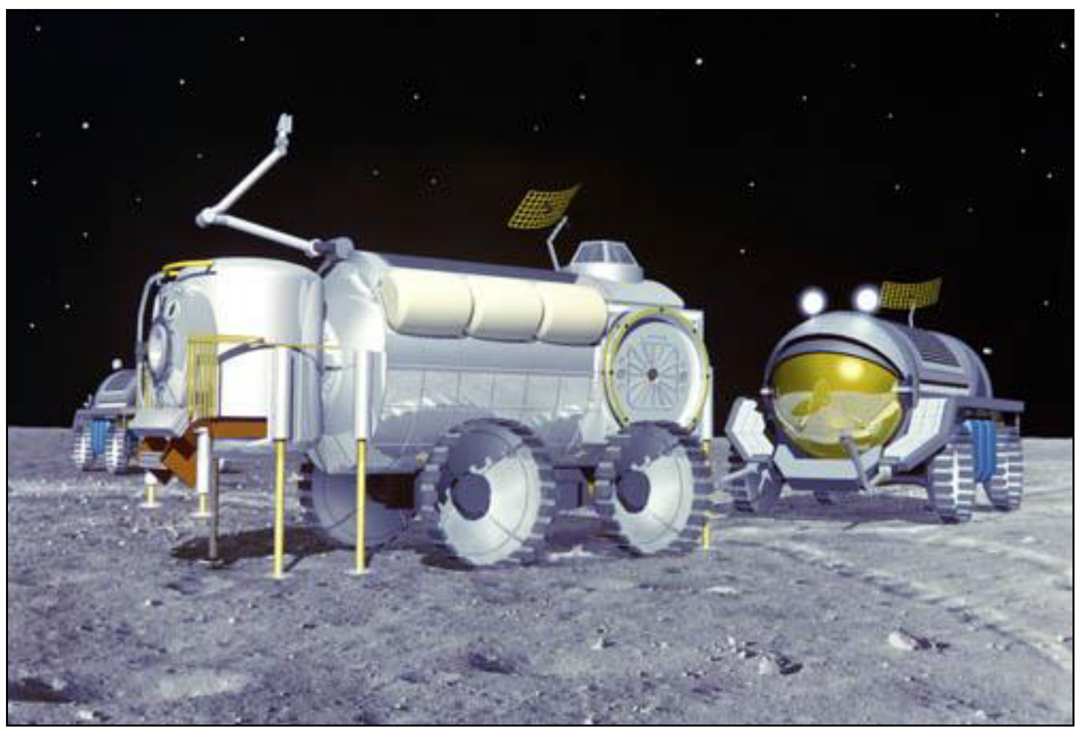
El Moon Bus habría sido un gran rover diseñado para 2 astronautas durante días o semanas, dos de estos vehículos se ubicarían en el puesto de avanzada temporal y actuarían como alojamiento para la tripulación, que sería de 4 astronautas y se dividiría en equipos de 2, cada uno en un vehículo y partiría del puesto de avanzada en misiones separadas.

La Fase 1 habría sido sobre todo misiones robóticas que habrían establecido las plantas de Oxígeno líquido para el viaje de regreso de la tripulación, los Vuelos 1 y 2 serían a bordo de vehículos de carga automatizado unidireccional, llevarían el reactor nuclear, excavadoras, transportadores de regolito, rovers cisterna con Oxígeno y reabastecimiento, también se ensamblaría la instalación de producción de Oxígeno líquido que permanecería unida a su módulo de alunizaje y el equipo de extracción de recursos in situ (ISRU) así como pequeños rovers que habrían transportado logística y energía de celdas de combustible; el Vuelo 3, a bordo de un cohete Energiya, alunizaría equipo para los astronautas como el Moon Bus presurizado y equipo científico; el Vuelo 4, a bordo de un Shuttle-C habría llevado una tripulación de dos astronautas en el ILREC Piloted Lander, estos serían un astronauta y un cosmonauta, y su estancia sería de solo unos pocos días.



La Fase 2 habría llevado equipos avanzados para una mayor exploración y la primera misión a largo plazo; los Vuelos 1, 2 y 3 serían por medio de cohetes Energiya, llevarían otro rover Moon Bus y equipo científico, módulos de soporte y de hábitat y un módulo de tripulación presurizado con logística montada sobre ruedas; el vuelo 4 se llevaría a cabo por un Shuttle-C y llevaría a una tripulación de 4 personas, que se dividiría en dos equipos, cada uno estacionado en los Moon Bus, con una duración de 6 semanas.



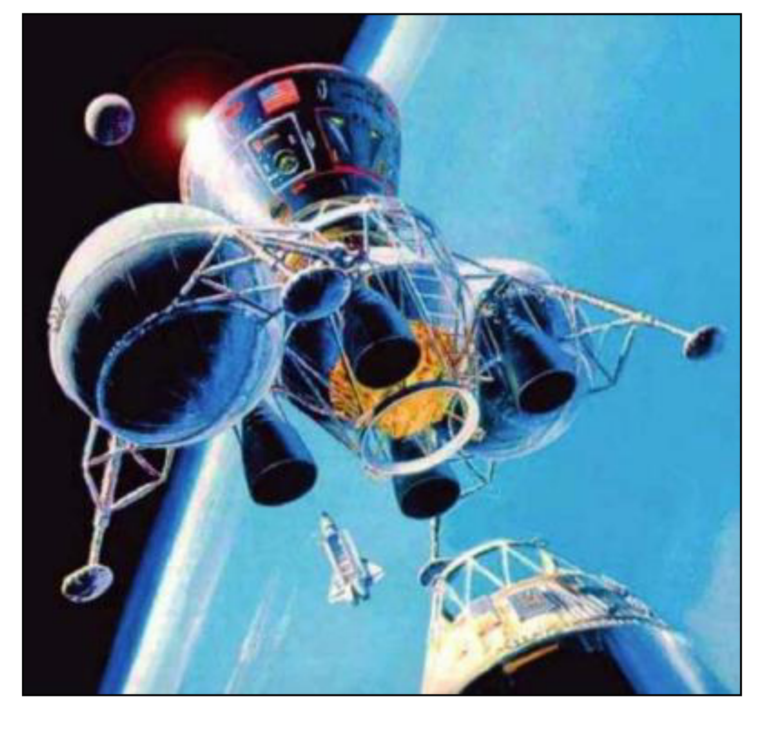


Early Lunar Access (ELA)

Fue un estudio de misión lunar tripulada realizado por General Dynamics en 1992-93 en conjunto con Europa cuyo objetivo era lograr la primera misión lunar tripulada para el año 2000**,** proporcionar capacidad para tiempos de estadía de hasta 3 semanas y ubicar instalaciones permanentes que pudieran respaldar una expansión.

Sus objetivos eran caracterizar la geología y las propiedades físicas, establecer un puesto avanzado de astronomía, evaluar la eficacia de los trajes espaciales lunares y las capacidades de la tripulación para tiempos de estadía moderados (14 a 21 días), evaluar y determinar la efectividad de la tripulación durante la noche lunar, desplegar ayudas a la navegación, enlaces de comunicación, materiales y equipos de prueba expuestos a un entorno lunar de larga duración, determinar la efectividad de los rovers telerrobóticos, demostrar planta piloto de procesamiento de Oxígeno lunar, inspeccionar y mapear posibles sitios de alunizaje.

ELA usaría el STS y un cohete desechable como el Ariane-5 o Titan-IV, el primero llevaría una nave Lunar Exploration Vehicle (LEV) tripulada, mientras que el segundo lanzaría una etapa de cohete Centaur G de fuselaje ancho, ambas cargas útiles se encontrarían y se acoplarían en una órbita terrestre baja; luego, el cohete Centaur G encendería su motor para acelerar el complejo hacia la Luna y finalmente se desecharía; para ahorrar combustible, el LEV realizaría un alunizaje directo en lugar de entrar en órbita de estacionamiento lunar intermedia como lo hicieron las misiones Apollo y tendría suficiente propulsor para realizar el ascenso posterior para regresar a la tripulación a la Tierra; para misiones de carga no tripuladas, el LEV llevaría una carga útil más pesada y utilizaría todo su combustible para alunizar.



Los vehículos de lanzamiento habrían requerido algunas actualizaciones, el STS habría necesitado un tanque externo y motores de cohetes sólidos avanzados para transportar cargas útiles de 25,7 tn a una órbita de 300 Km, el nuevo tanque externo estuvo disponible, pero los motores sólidos se cancelaron en 1994.

Los LEV se habrían mejorado para llevar una carga útil de 27 tn a la órbita terrestre, las modificaciones propuestas incluyeron nuevos tanques para el cohete Titan-IV y propulsores de cohetes sólidos adicionales para el Ariane-5; el Centaur G se habría modificado para misiones que durarían hasta 10 días, un solo motor RL-10 mejorado habría reemplazado la configuración bimotor anterior para ahorrar peso y mejorar la confiabilidad, los tanques de propulsor se habrían ampliado y el aislamiento térmico adicional, la potencia y el propulsor de control de reacción habrían aumentado la vida útil en órbita.

La cápsula de la tripulación derivaría del Módulo de Comando Apollo, conservando el tamaño y forma externos del diseño original para aprovechar las bases de datos aerodinámicas y termodinámicas existentes desarrolladas durante ese programa. Sin embargo, el interior sería reducido ya que solo admitía una tripulación de dos en lugar de tres, y la cápsula sería más liviana ya que su diseño se basaría en electrónica, métodos de construcción y materiales modernos.

El hábitat lunar también derivaría del equipo desarrollado previamente, el módulo de logística presurizado de la estación espacial Freedom construido por Alenia Spazio de Italia para la NASA, sería reemplazado más tarde por un módulo más grande, que sería demasiado pesado para ELA. Sin embargo, aún se podría tomar una versión reducida del Ariane Transfer Vehicle de la ESA.

Los sistemas completamente nuevos incluían un adaptador de carga útil múltiple más equipo científico lunar y elementos de superficie transportados en la primera misión ELA no tripulada, el principal elemento nuevo era el propio Vehículo de Transferencia Lunar con un avanzado sistema de propulsión de Oxígeno líquido/Hidrógeno de 4 motores de alto rendimiento basados en el RS-44 que acelerarían para permitir alunizajes suaves.

El LEV se desplegaría y comprobaría que el STS alcanzara su órbita, si existía algún problema que no se podía solucionar, el LEV con su tripulación de 2 astronautas se recuperaría y volvería a la Tierra a bordo del STS; en condiciones normales, el vehículo de lanzamiento desechable colocaría la etapa del cohete Centaur en una órbita conjunta con el STS, el LEV y el Centaur se acoplarían (posiblemente con la ayuda del STS) y partirían de la órbita terrestre baja un día después, cuando se abriera la ventana de lanzamiento.

Si el LEV/Centaur no salía a tiempo, habría otra oportunidad de inyección translunar en la siguiente órbita, la Luna, ya no estaría en el mismo punto al llegar el momento de alunizar tres días después, por lo que se requeriría una corrección a mitad de camino, para este cometido, el LEV llevaría un 2 % adicional de propulsor para maniobras de cambio no planificadas, si la ventana de salida se perdiera por completo, habría una serie de 13 oportunidades de salida entre 3 y 11 días después. El STS, Centaur y LEV podrían esperar hasta una semana en órbita terrestre, por lo que normalmente habría dos oportunidades de inyección translunar por misión.

La Misión-1 estaría orientada a la ciencia (geofísica, astronomía UV y óptica) después del primer alunizaje; la Misión-2 alunizaría el módulo hábitat, sistema de soporte vital y control ambiental, celdas de combustible y otros equipos, finalmente la Misión-3 sería la primer misión tripulada.

El proyecto ELA habría comenzado en 1994 con una serie de estudios de definición de equipos, el desarrollo de los equipos habría comenzado en 1995, dando lugar a un primer alunizaje no tripulado a mediados de 1999, la Misión-2 tendría lugar 6 meses después, seguida del primer alunizaje tripulado, dando paso al programa más avanzado.



Programa LANTR

En 1992, la Oficina de Propulsión Nuclear de la NASA en el Lewis Research Center (LRC) inició un programa conjunto estadounidense-ruso para desarrollar un pequeño motor térmico nuclear (NTR) para la SEI, el esfuerzo de SEI fracasó, pero los expertos de LRC continuaron investigando el concepto mientras promovían la propulsión nuclear como una alternativa para futuras misiones a la Luna y Marte.

El NTR proporcionaría 67 KN de empuje y produciría un impulso específico de 940 KN usando combustible de Hidrógeno líquido, el motor se usaría inicialmente en una nueva etapa superior de 4,6 m de diámetro para el cohete Titán-IVB, lo que aumentaría en gran medida la capacidad de carga útil.



El punto de partida sería un concepto de vehículo de transferencia lunar desarrollado por Boeing, estaría propulsado por cohetes químicos y sería totalmente prescindible para ahorrar peso, a pesar de esto, requeriría del desarrollo de un nuevo cohete portador, pero se rechazó este enfoque a favor de un cohete térmico nuclear alimentado por Hidrógeno líquido que sería enviado desde la Tierra a bordo de dos cohetes de carga pesada, después del acople en órbita terrestre, la nave espacial transportaría 9 tn de componentes de la base y la instalación de extracción de Oxígeno a la superficie lunar.

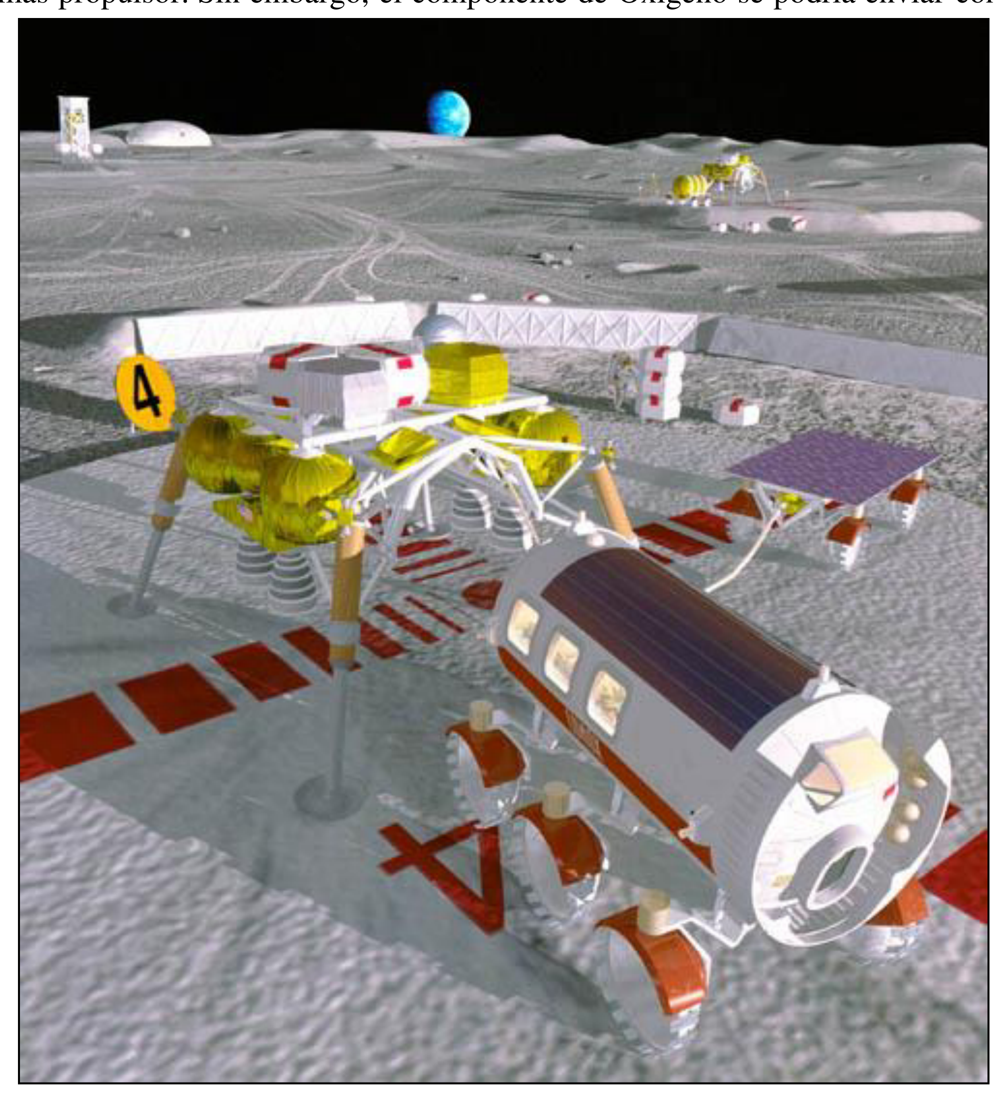
Los motores nucleares producirían energía eléctrica para los subsistemas de la nave espacial, así como suficiente propulsión para un viaje de 24 a 36 hrs desde la órbita terrestre a la órbita lunar, el motor sería tan eficiente que no se requerirían aerofrenos para ahorrar peso y combustible.

Una vez operativa la base en la superficie lunar, el Lunar Landing Vehicle (LLV) podría basarse en la Luna y ser reutilizable para varias misiones, si así fuese requerido.

El peso total de la nave en órbita terrestre baja se reduciría de 132 tn a 98 tn, ya que no se debía transportar ningún LLV nuevo a la órbita lunar en cada vuelo, sería suficiente un solo lanzamiento de un Shuttle-C.

Los propulsores con Oxígeno líquido (Lunox) exportado desde la Luna se introducirían en la siguiente fase aumentando la capacidad de transporte de carga y reduciendo la cantidad de combustible de Hidrógeno que debía lanzarse desde la Tierra, el transbordador NTR sería reabastecido en órbita lunar por el LLV, que llevaría hasta 25 tn de Lunox para su regreso a la órbita terrestre, mientras tanto, el LLV regresaría a la superficie lunar con 24 tn de carga enviada desde la Tierra (sus motores funcionarían con 14 tn de Hidrógeno llevado por el NTR y Oxígeno producido en la Luna).

El motor LANTR se basaba en un esquema innovador para aumentar el empuje del motor al tiempo que reduciría el tamaño y el peso de los tanques de combustible de Hidrógeno líquido, en el modo LANTR, se inyectaría Oxígeno líquido en la gran sección divergente de la tobera, donde se quemaría espontáneamente con el escape del Hidrógeno calentado por el reactor nuclear, la velocidad de escape se reduciría en este modo, lo que significaba que se debía transportar más propulsor. Sin embargo, el componente de Oxígeno se podría enviar con relativa facilidad desde la Luna, por lo que el tamaño y el peso del tanque de propulsor se reducirían drásticamente, pudiendo aumentar el empuje del motor, lo que hacía posible obtener un gran rendimiento con un motor nuclear pequeño.



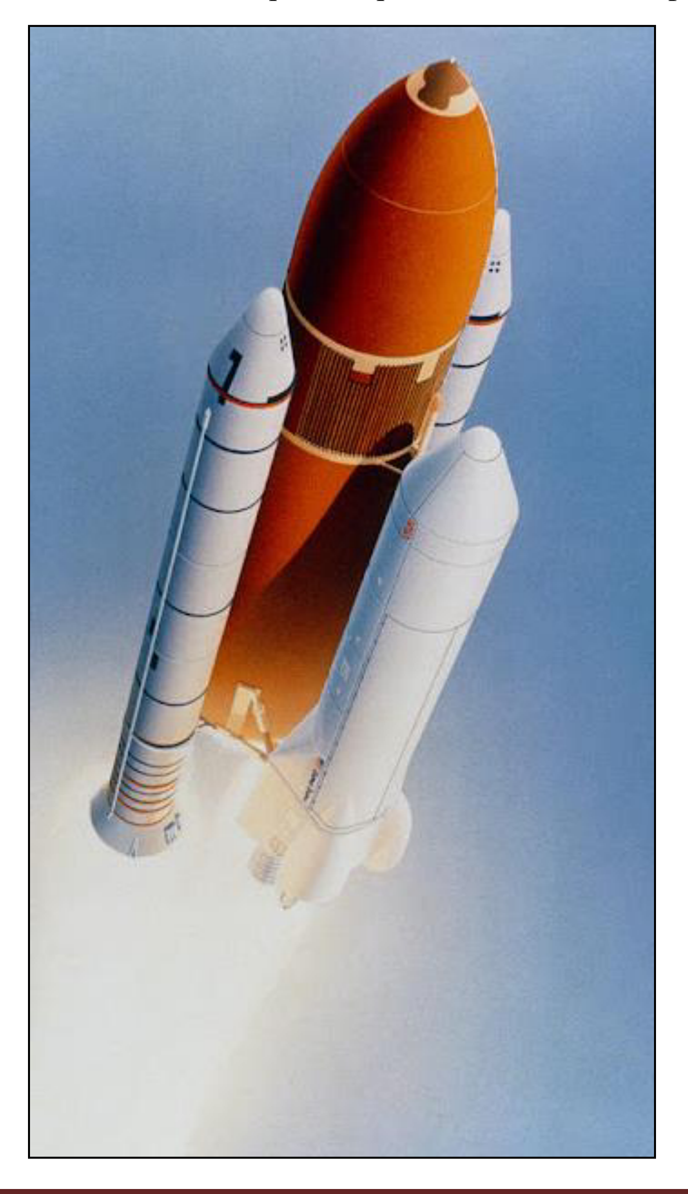
El módulo de transporte de pasajeros (PTM) sería llevado a la superficie lunar por el LLV, las cargas útiles estarían montadas horizontalmente para facilitar el acceso y mejorar las características de descarga, el LLV y el LANTR actuarían como camiones cisterna entre sí.

El plan presentó un fuerte elemento del sector privado, ya que las unidades de extracción y producción de Lunox serían mantenidas por inversionistas privados, los ahorros de costos y las ganancias de la industria del Lunox se invertirían gradualmente para el desarrollo de mayor infraestructura.

Proyecto LUNOX

En 1993, una propuesta del NASA/Johnson Space Center trató de reducir el costo de mantenimiento del First Lunar Outpost mediante la producción de propulsor de Oxígeno líquido para el regreso a la Tierra desde el suelo lunar; fueron propuestos esquemas similares de utilización de recursos in situ para grandes bases lunares, pero LUNOX intentó usar la misma estrategia para reducir el costo de ser pionero en la exploración lunar tripulada a pequeña escala, también sería una técnica que permitiría una reducción de los vehículos tripulados y número de lanzamientos.

LUNOX tendría un alcance internacional, ya que se utilizarían naves no tripuladas lanzadas por cohetes rusos Energiya y Estados Unidos desarrollando la mayor parte del equipo de vuelo y la superficie lunar, como también transportar tripulaciones internacionales utilizando el Shuttle-C para todas las expediciones tripuladas al sitio del First Lunar Outpost, se esperaba que esta estrategia redujera el costo total para cada socio mientras preservaba una capacidad de lanzamiento independiente; las cargas útiles estarían diseñadas para que se pudieran enviar en ambos vehículos en caso de que cualquiera de los socios no pudiera lanzar sus elementos.





El alunizaje N° 2 (no tripulado) llevaría pequeños vehículos robóticos, luego de desplegar la planta de Lunox, excavadoras recolectarían y clasificarían suelo lunar, que alimentaría a la planta para el procesado de Lunox, los rovers utilizarían fuentes de energía regenerables que se recargarían desde un reactor nuclear basado en la superficie lunar; los alunizajes 3 y 4 llevarían experimentos científicos, remolques de unidades de energía móvil y rovers de largo alcance con capacidad para dos astronautas que proporcionarían energía, comunicaciones, apoyo vital, control térmico y alojamiento durante 14 días en la superficie lunar.

La tripulación del puesto avanzado lunar de 4 astronautas viviría en rovers presurizados que recibirían energía auxiliar, soporte vital y otros servicios desde un gran módulo de apoyo sobre ruedas, que se enviaría en el vuelo N° 5; el módulo de soporte tendría puertos de acople para dos rovers y una esclusa de aire, volumen habitable adicional e instalaciones de mantenimiento de trajes espaciales.

Después de que tuviera lugar un 6° vuelo de carga logística no tripulado, finalmente se prepararía el escenario para los primeros astronautas del puesto avanzado lunar, la tripulación de cuatro astronautas sería transportada al espacio por un vehículo de tipo Shuttle-C, pero no sería lo suficientemente potente como para inyectar un módulo de alunizaje tripulado con combustible completo; el módulo de alunizaje Phoenix solo llevaría suficiente propulsor para alunizar, sus tanques serían reabastecidos con Oxígeno extraído del suelo lunar por la planta LUNOX.



LUNOX solo emplearía naves espaciales y cohetes desechables aunque se reutilice la infraestructura de la superficie lunar.

La primera misión llevaría suficientes consumibles para una misión de 14 días con 2 tripulantes para realizar la instalación y mantenimiento de la infraestructura de superficie.

También serían factibles futuras misiones de 4 tripulantes de hasta 45 días, aunque los suministros necesarios, experimentos, Hidrógeno líquido para el sistema LUNOX y pilas de combustible) debían enviarse mediante un vuelo de carga no tripulado por separado.

Este plan asumió un primer alunizaje tripulado en 2005. Sin embargo la propuesta se vio ensombrecida por la ISS y los futuros planes de la NASA sobre la exploración de Marte, puso fin a la utilización de vehículos de lanzamiento muy grandes; los planes futuros se basarían nuevamente en vehículos de lanzamiento de carga pesada derivados de transbordadores más pequeños y asequibles.

La utilización de recursos in situ y la energía nuclear también serían una parte clave de los futuros planes de exploración humana de la agencia a lo largo de la década de 1990.

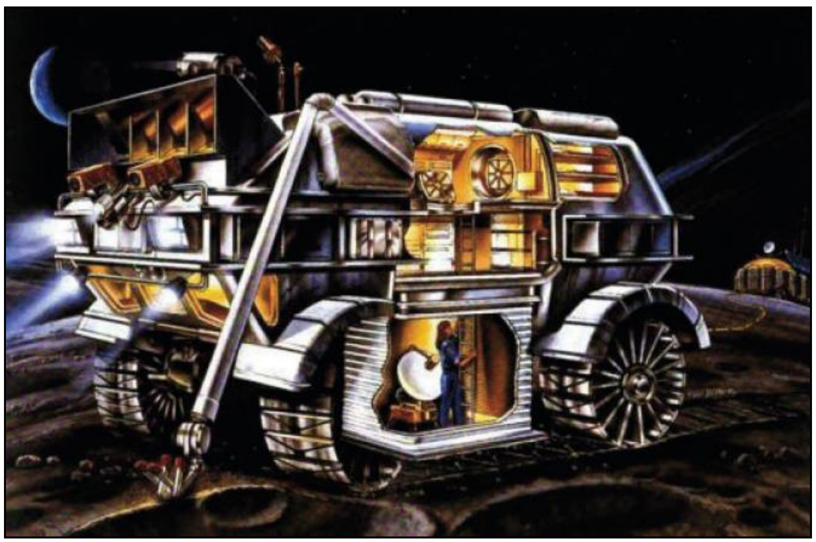
Rover Nomad Explorer

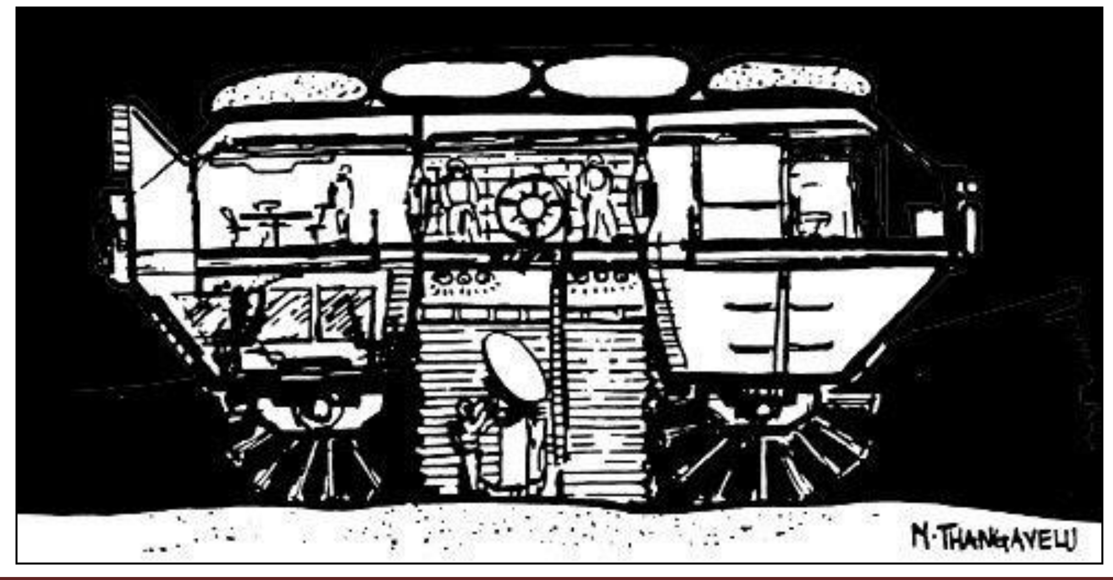
En 1992 Madhu Thangavelu presentó el argumento de que existían dos problemas cruciales que resolver para una base lunar fuese exitosa: el polvo y los trajes espaciales, en particular las barreras necesarias para evitar que entrara el polvo y afirmaba que debería ser posible resolver ambos problemas combinando dos tecnologías ya existentes: la rueda y la campana de buceo.

En su enfoque, los miembros de la tripulación permanecerían dentro de un rover (Nomad Explorer) tanto como sea posible, con capacidad de apoyar a una tripulación de 6 tripulantes durante varios Km de exploración.

Las estimaciones de peso para el Nomad Explorer serían de 45 tn, sin incluir el sistema de descenso y alunizaje, lo que implicaría enviarlo en un cohete con una capacidad de al menos el doble de la del Saturn V.

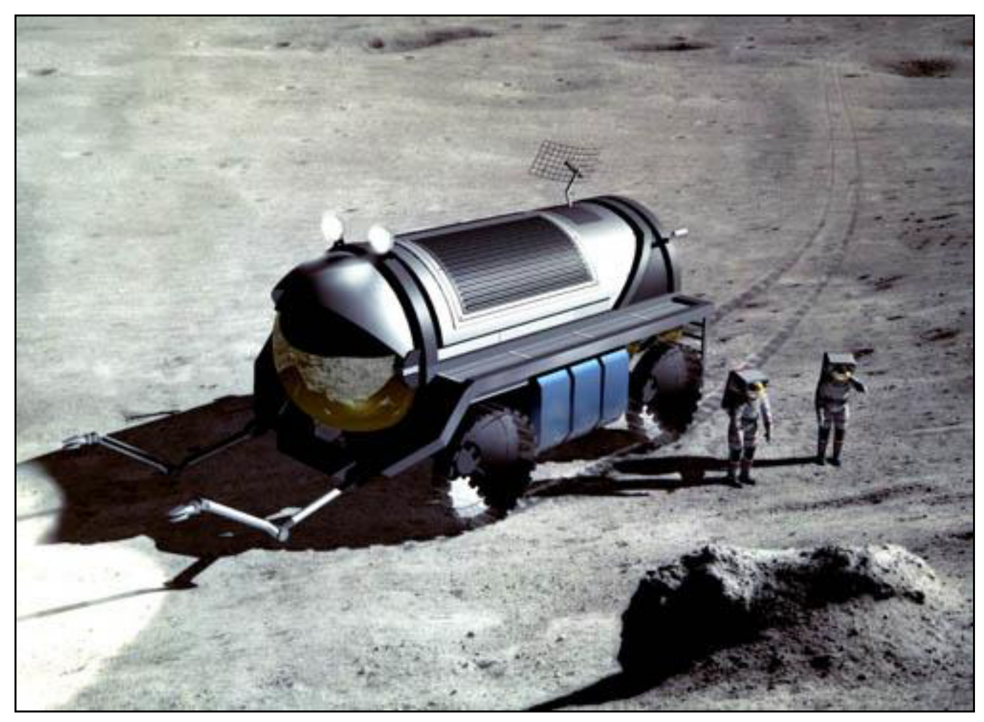
Sin inmutarse por cualquier posible impracticabilidad en este esquema, Thangavelu le da el nombre de Very Long Traverse Vehicle (VLTV), y propone las dimensiones de 16 m de largo; 4,5 m de ancho y 10 m de alto, suponiendo un espacio libre en el fondo del volumen presurizado de 1 m, estas dimensiones darían un volumen presurizado potencial de unos 650 m^3.

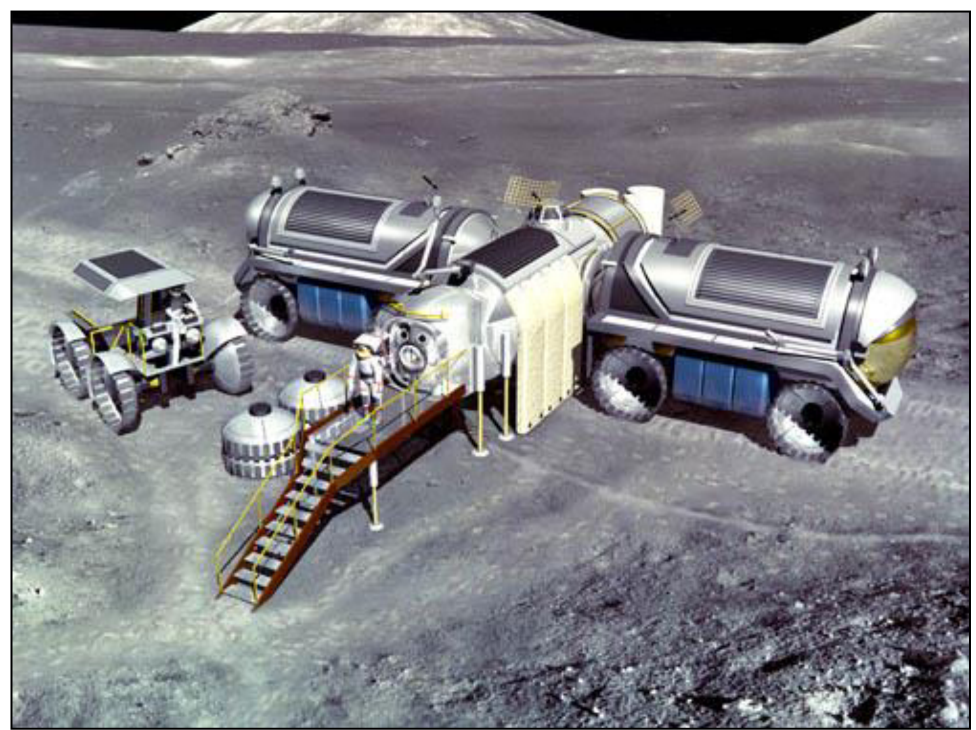




Lunar Rover Wagon Train

El diseñador industrial John Frassanito, en 1993 proporcionó el diseño para una misión a Marte de la NASA, una rama de estos estudios fue un concepto para una base lunar formada por un grupo de varios rovers independientes, que viajarían juntos como unidades individuales al estilo de los vagones de un tren y luego se unirían para formar una base temporal, mientras los módulos presurizados estarían acoplados, proporcionarían una atmósfera continua entre los tres vehículos y la tripulación emplearía el pequeño rover no presurizado para realizar sus EVA.





Estudio Human Lunar Return (HLR)

En 1995 la NASA inicia el estudio Human Lunar Return (HLR) para investigar enfoques innovadores de vía rápida para vuelos espaciales tripulados, el cronograma y los objetivos del programa de ritmo acelerado del HLR eran muy ambiciosos: un retorno lunar humano para 2001; para lograr este objetivo, el proyecto HLR tendría que demostrar tecnologías para una reducción de costos para permitir la eventual comercialización de recursos lunares y operaciones extendidas en 2005, elementos que consumirían la mayor parte de los fondos, el proyecto requería de 11 lanzamientos de cohetes clase Titan-IV, 2 de clase Delta II y un lanzamiento de clase Taurus hasta el primer alunizaje tripulado.


Titan-IV



Delta-II


Taurus

Las ideas se probarían a través de proyectos X simultáneos (pruebas en tierra, en órbita terrestre baja o lunares) el papel de la NASA era priorizar las ideas, utilizar sus capacidades y trabajar con socios comerciales e internacionales; los seguimientos de la misión X tripulada utilizarían la infraestructura y mano de obra disponibles del conjunto Shuttle/ISS en la mayor medida posible, los proyectos X serían el Transporte-X1, consistente en un demostrador de tecnología de bajo costo siendo uno de los cuatro proyectos X de alta prioridad identificados para su lanzamiento en 1998-2000, el vehículo desplegaría desde el STS en 1998 y realizaría un sobrevuelo circunlunar para luego frenarse en una órbita terrestre baja usando su aerofreno, los costos se minimizarían utilizando una etapa de cohete de propulsor sólido existente, el equipamiento del Experimento Aeroassist Flight Experiment (AFE) luego cancelado y la aviónica ACRV-X, la segunda misión-X (Cryosat-X1) sería para demostrar el almacenamiento y transferencia de Oxígeno líquido y propulsor de Hidrógeno en la órbita terrestre baja, la arquitectura eventualmente requeriría un depósito de propulsor estacionado en un remolcador espacial ruso, ya que ofrecería participación y aplicación internacional de los componentes de la ISS sin perturbar los experimentos de microgravedad en la ISS, las tecnologías de transferencia de propulsor de gravedad cero requeridas podrían demostrarse en un vuelo del cohete Taurus en órbita terrestre baja en 1998.

El tercer proyecto Misión X demostraría alunizajes automatizados, seguros y precisos utilizando un vehículo de robótico lanzado en un propulsor Delta II o Titan IV en 1999, el diseño podría usarse más adelante en una segunda misión en 2000 para implementar las balizas de navegación y experimentos de extracción de Oxígeno lunar en el futuro sitio del primer alunizaje tripulado, finalmente, se requeriría una versión tripulada más grande para el entrenamiento de la tripulación y para el diseño, prueba y verificación del módulo de alunizaje tripulado.

La NASA investigó tres arquitecturas de misión diferentes, todas basadas en los conceptos básicos de Transtage, depósito de combustible en órbita baja terrestre, módulo de alunizaje y nuevos trajes espaciales; HLR-A fue rechazada, era similar a la propuesta Early Lunar Access de General Dynamics, la etapa del cohete de inyección translunar (Transtage) sería reutilizable, pero el módulo de alunizaje de ascenso/descenso directo era totalmente prescindible.

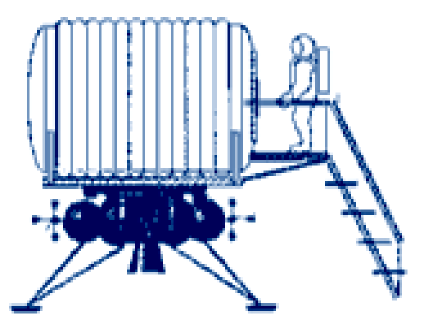
HLR-B era de similares características al plan de 90 días de la SEI de la NASA de 1989, el vehículo tripulado consistiría en un Vehículo de Retorno a la Tierra (ERV) en órbita y un vehículo de alunizaje (LLV), los astronautas regresarían al ERV en espera en órbita lunar después de una misión de exploración en la superficie lunar de 2 semanas, el LLV sería desechado y el ERV volvería con la tripulación a la órbita terrestre baja, esta arquitectura contendría los mismos elementos que HLR-A, con la adición de un aerofreno para el ERV.

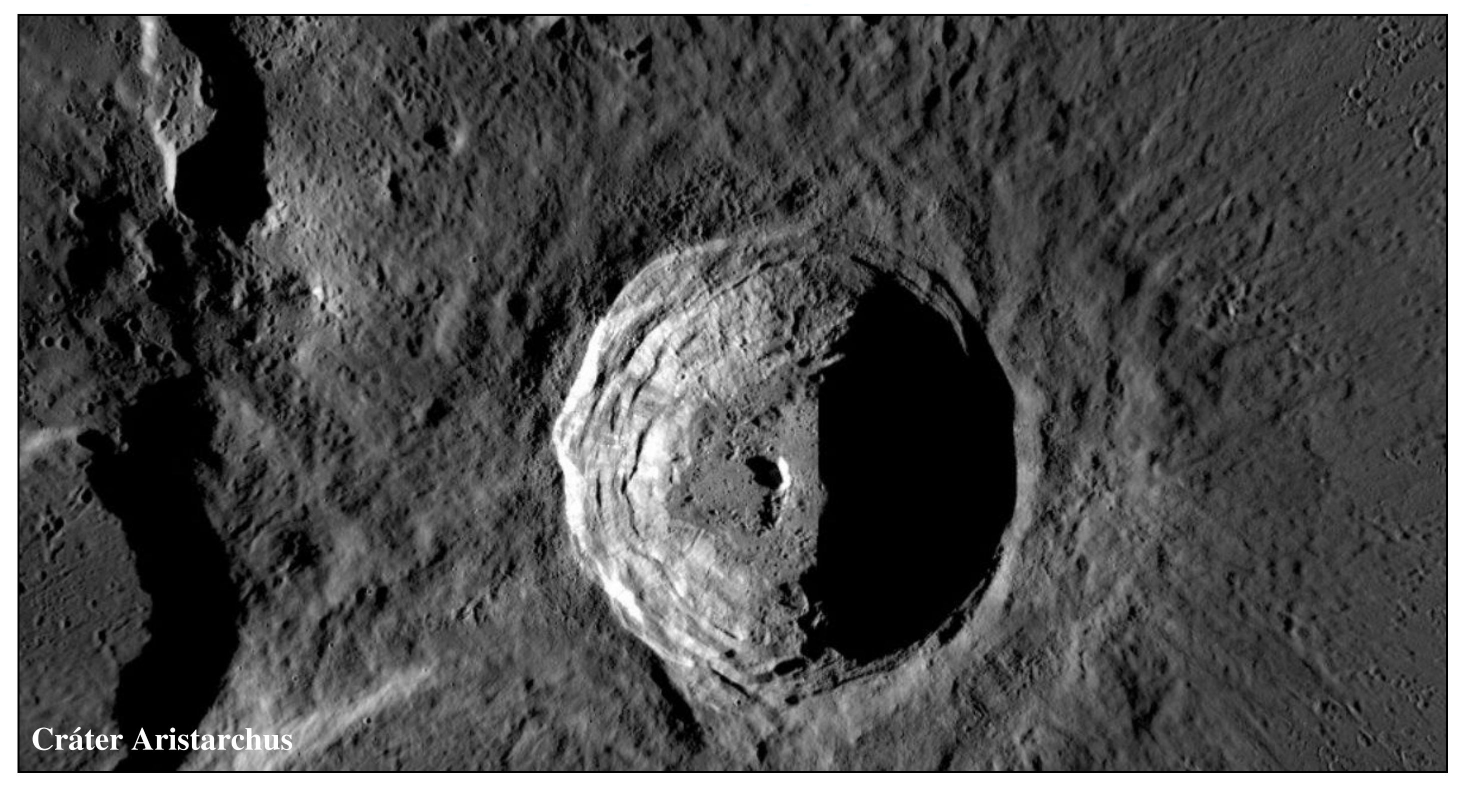


HLR-C era una opción de reserva alternativa que finalmente se convirtió en la línea de base final de HLR de 1996, el equipo se centró en conceptos de peso ligero mínimo, como el pequeño módulo de alunizaje, y cualquier cosa que no fuera absolutamente necesaria, como el depósito de combustible criogénico en órbita baja terrestre o la estación en órbita lunar, debían eliminarse, también, para ahorrar peso, se usaría un vehículo de alunizaje de cabina abierta no presurizado de 3,9 m de alto y 5,6 m de ancho, con un peso de 4,5 tn con combustible, la tripulación de dos astronautas con el traje espacial recibiría Oxígeno y otros consumibles de soporte vital a través de umbilicales, la etapa en órbita lunar (Transtage) estaría protegida por un casco protector de 9 m de diámetro, que se lanzaría en siete segmentos para ahorrar espacio, el casco se ensamblaría antes de la cita con la ISS y luego se acoplaría, un segundo vuelo del STS llevaría a la tripulación y el propulsor de los vehículos lunares.

La tripulación del HLR viviría en un hábitat inflable de 2,5 x 3 m, que se llevaría en 2001 con anticipación al sitio del puesto lunar en inmediaciones del cráter Aristarchus por un cohete Proton no tripulado, el hábitat y el vehículo de alunizaje compartirían un diseño básico común, estaría alimentado por un panel solar de 4,1 m de diámetro, la tripulación llegaría el 31-08-2001.

La primera misión sería seguida por tres salidas lunares de 3 días de duración en 2002-2004 y una misión no tripulada al polo S lunar; en 2004, estarían disponibles un rover y una planta de oxígeno lunar capaces de producir 2,2 tn de Lunox al año.





Cráter Aristarchus

En el polo S lunar se identificaría un sitio para una base semipermanente; en 2005, dos equipos (misión 5 y 6) pasarían 14 días en un hábitat múltiple reutilizable conectado por una esclusa de aire; los astronautas contarían con el apoyo de LLV reutilizables y un escenario de órbita lunar equipado con dos módulos de comando, hacia 2006, un plan Lunox a gran escala podría producir 20 tn de Oxígeno al año, en 2007-08 estaría disponible un hábitat más grande del para 4-6 astronautas y un rover presurizado de largo alcance.

En 1996, el proyecto Human Lunar Return finalmente se archivó, no obstante, aunque el momento fue muy desafortunado, el estudio pudo lograr un progreso sustancial; un retorno lunar tripulado para 2001 pareció poco probable debido a los problemas financieros de la NASA con el mantenimiento de la ISS.

Mobile Lunar Base Project

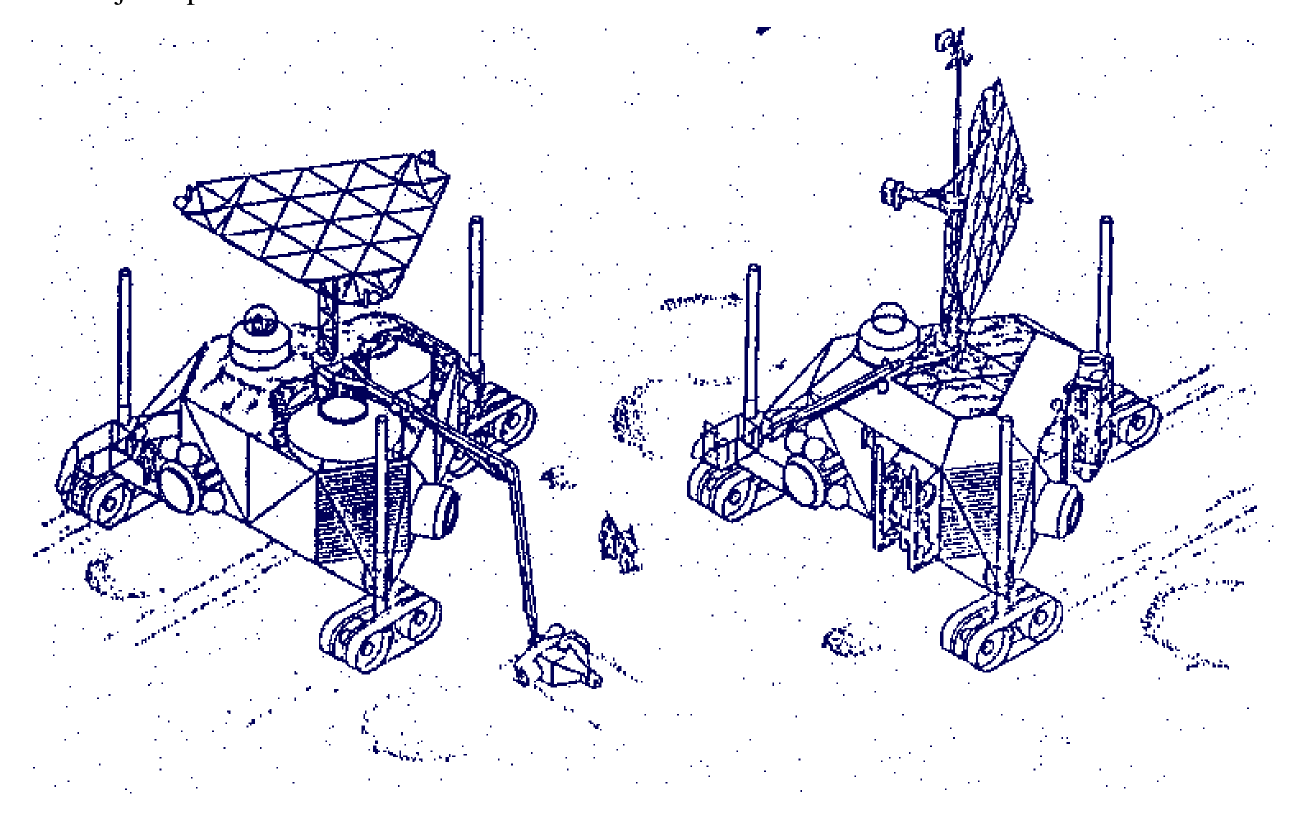
En 1995, I. A. Kozlov y V. V. Shevchenko, en el Journal of the British Interplanetary Society propusieron un proyecto de base lunar móvil y múltiples sitios para diferentes funciones, una ubicación para un observatorio y una ubicación diferente para minería, sostuvieron que la minería debería ocurrir en varias áreas pequeñas para la conservación de los recursos

El diseño ruso para una base móvil se centró en la geología lunar, geofísica, astronomía, fabricación de recursos lunares y futura infraestructura de la base lunar; la nave espacial se construiría en una estación espacial en órbita alrededor de la Tierra, los cosmonautas usarían un brazo robótico para manipular piezas de la nave y el hábitat juntos, la base móvil se separaría automáticamente del módulo de alunizaje después de llegar a la luna.

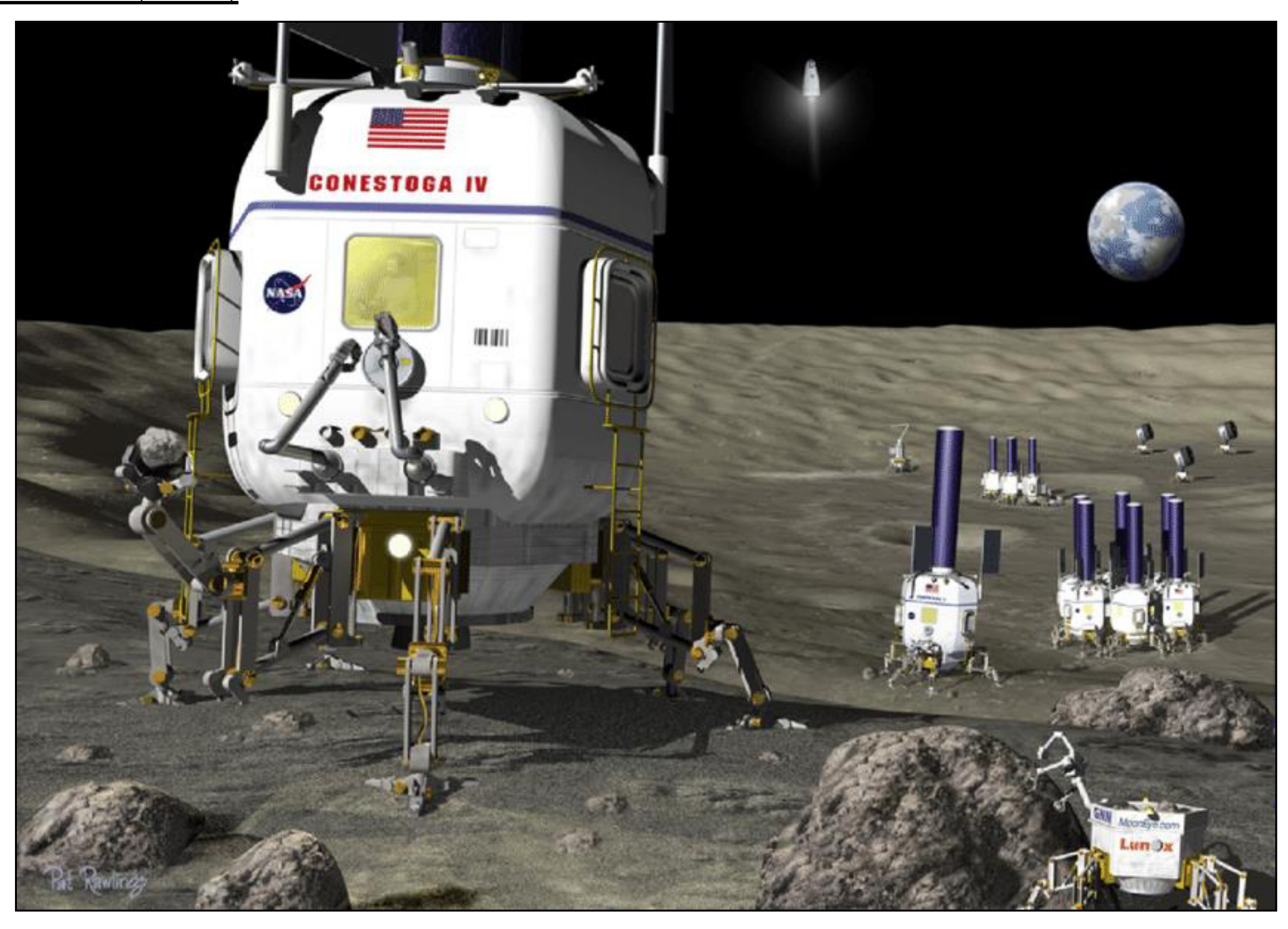
Una tripulación de tres cosmonautas alunizaría cerca en un módulo de alunizaje separado, la tripulación llevaría una esclusa de aire y dos módulos adicionales que se conectarían a la base móvil, un segundo módulo de alunizaje llevaría a tres miembros más de la tripulación con un rover sin presión y se cubriría el área entre los módulos para protegerse de la radiación, los flujos de temperatura y los micrometeoritos, un cohete de carga alunizaría con el equipo científico y un taladro para hacer funcional a la base.

Los módulos presurizados tendrían dos niveles, imaginaron que este diseño requeriría de al menos 9 alunizajes para construir, con una tripulación de 6 llegando en dos grupos de 3, en los alunizajes 7 y 8, una vez que llegase a la superficie, la tripulación asumiría un papel activo en la instalación y operación del equipo científico.

La energía solar se utilizaría como respaldo para un reactor nuclear que emitiría microondas a una antena receptora en la base, los alojamientos de la tripulación incluirían seis camarotes, comedor, instalación agrícola y una sala de trajes espaciales.



Habitat Robot (Habot)



En el año 2000 John Mankins introdujo el concepto Habot como algo distinto a los estudios tradicionales de bases lunares, los módulos de Habot alunizarían sobre seis patas articuladas y luego las aprovecharían para alejarse robóticamente del sitio, y se podrían agrupar automáticamente para formar una base temporal.

El tamaño posible del módulo oscilaría entre 3 y 5 m de diámetro, la tripulación llegaría a la superficie lunart a bordo de un vehículo de descenso/ascenso separado (que podría compartir algo de los equipos en común con las unidades Habot) pero con la diferencia que estaría optimizado para transportar a la tripulación a través del espacio cis-lunar, alunizar y despegar de la superficie lunar.

Con los módulos de base lunar autónomos, sería factible que cada módulo se separe de su unidad de propulsor de retrocohete y pueda caminar sobre patas o ruedas en modo autónomo o teleoperado, más de 10 Km desde el lugar de alunizaje hasta un sitio preseleccionado.

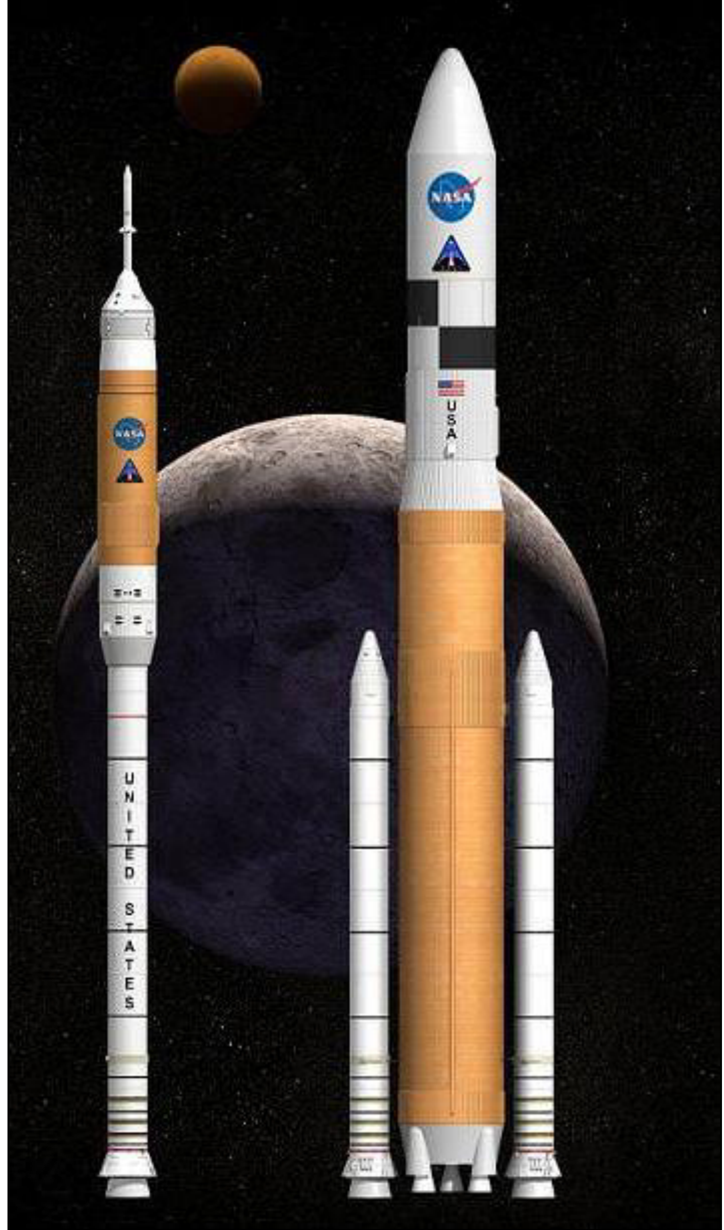
Una vez que llegados suficientes Habot para formar una base lunar, se agruparían en un sitio de interés científico o técnico y harían las conexiones vitales para el acceso presurizado, comunicaciones, datos y soporte vital; una vez que hubieran terminado de unirse, llegaría la primer tripulación de la expedición lunar, luego de que la tripulación completara su misión en ese sitio en particular, regresarían a la Tierra en un vehículo separado; en las siguientes semanas o meses, las unidades Habot se separarían y se moverían a través de la superficie lunar hacia una nueva ubicación de interés científico a la espera de una segunda tripulación que podrían utilizar unidades Habot como rovers presurizados para explorar el entorno lunar.

Programa Constellation

Uno de los principales objetivos del Programa Constellation fue el desarrollo de naves espaciales y vehículos propulsores para reemplazar al STS, cuando se creó el programa y diseñó la cápsula Orion, el propulsor secundario Earth Departure Stage y el módulo de alunizaje Altair, la NASA ya había comenzado a diseñar dos propulsores, el Ares-I y el Ares-V.

Se planeó usar dos propulsores separados para las misiones del Programa Constellation: el Ares-I para la tripulación y el Ares-V para la carga, lo que habría permitido que los dos vehículos de lanzamiento se optimizaran para sus respectivas misiones, el Programa Constelación combinó así el método Lunar Orbit Rendezvous adoptado por las misiones Apollo.



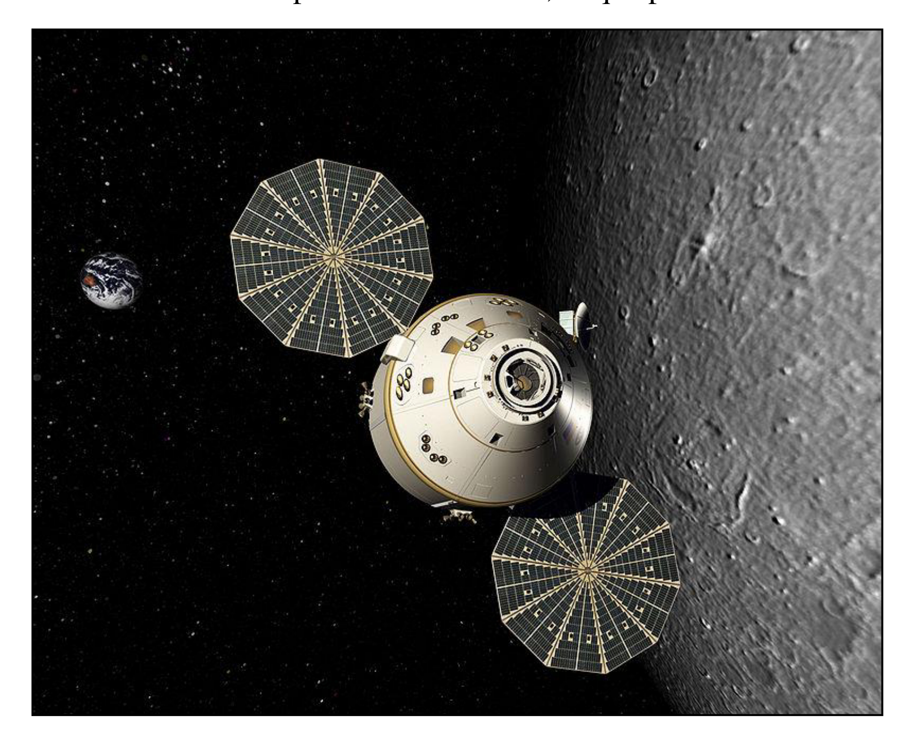


La nave espacial Orion habría sido lanzada a una órbita terrestre baja por el cohete Ares-I, anteriormente conocido como Crew Launch Vehicle (CLV), constaba de un solo cohete sólido (SRB) derivado en parte de los propulsores primarios utilizados en el sistema del STS , conectado en su extremo superior por un conjunto de soporte entre etapas a una nueva 2° etapa de combustible líquido propulsada por un motor cohete J-2X, el programa llegó al lanzamiento del primer vuelo del cohete Ares-I X el 28-10-2009 y probó el sistema de aborto de lanzamiento Orion antes de su cancelación.

El cohete Ares-V habría tenido una capacidad de elevación máxima de aproximadamente 188 tn métricas a la órbita terrestre baja (LEO) y habría transportado alrededor de 71 tn métricas a la Luna, su diseño constaba de seis motores RS-68 con la ayuda de dos cohetes sólidos, originalmente se planearon cinco motores RS-25 para el Ares-V, pero los motores RS-68 son más potentes y menos complejos, el cohete Ares-V habría volado durante los primeros 8 min de vuelo propulsado llevando a bordo al módulo de alunizaje Altair a órbita terrestre baja mientras esperaba la llegada de la cápsula Orión; hacia el final del programa, se hizo evidente que los motores RS-68 enfriados por ablación no resistirían el calor de los propulsores de cohetes sólidos en el lanzamiento, y la NASA comenzó nuevamente a considerar el uso de motores RS-25.

La nave Orion fue diseñada para el programa Constellation como un compartimiento de tripulación para uso en órbita baja terrestre, Lockheed Martin fue seleccionada como contratista principal y Boeing construiría su principal escudo térmico, se planeó inicialmente desarrollar diferentes cápsulas Orion diseñadas para misiones específicas, el Orion Block-I se utilizaría para misiones de la ISS y otras misiones en órbita terrestre, mientras que las variantes Block II y III se diseñaron para la exploración del espacio profundo.

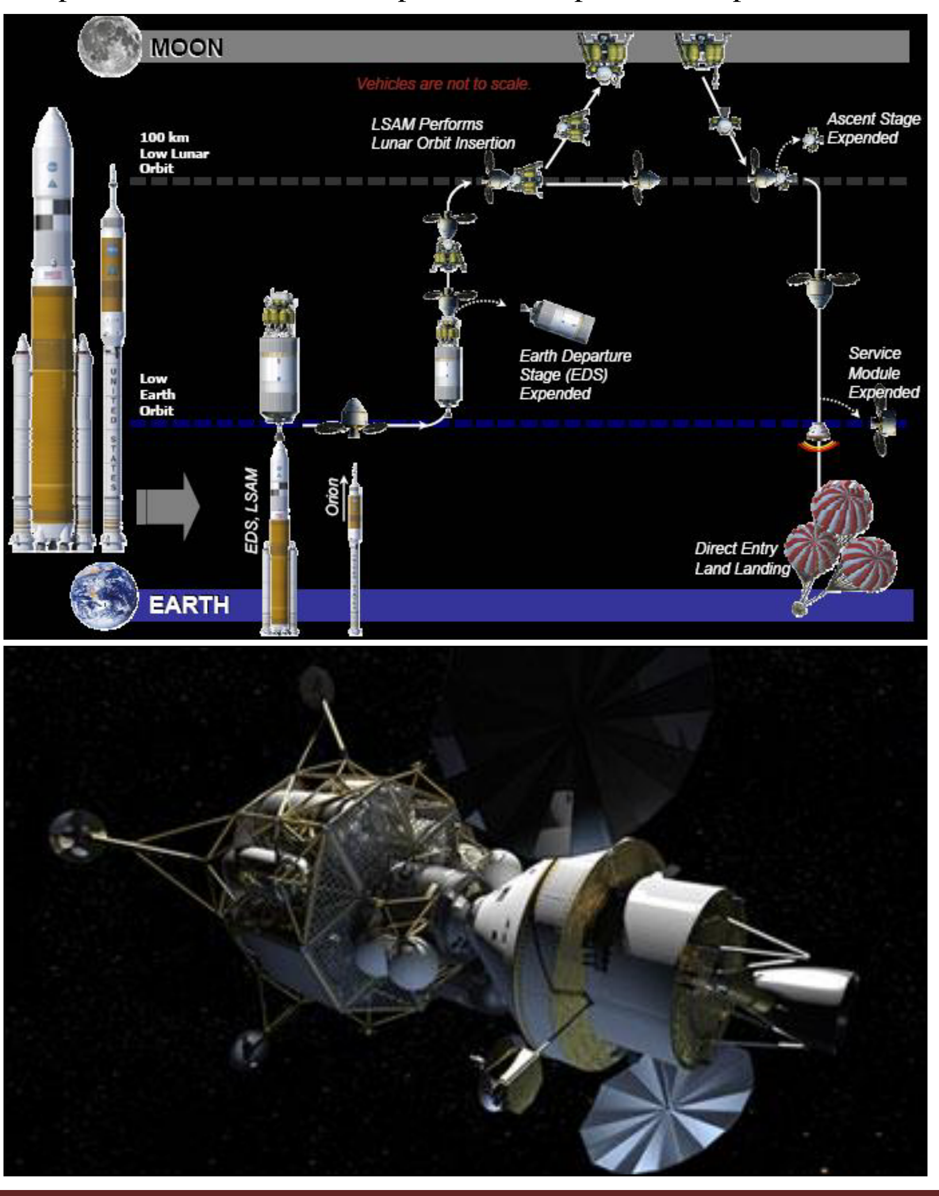
El complejo Orion constaba de tres partes principales: Módulo de Comando (CM) cápsula capaz de albergar de 4 a 6 astronautas, el Módulo de Servicio (SM) que contendría los sistemas de propulsión primarios y suministros consumibles y el Sistema de Aborto de Lanzamiento (LAS), que proporcionaría la capacidad para que los astronautas y el CM escapen del vehículo de lanzamiento en caso de problemas durante el lanzamiento, la cápsula Orion estaba diseñada para ser reutilizable, lo que permitía a la NASA construir una flota de CM Orion.

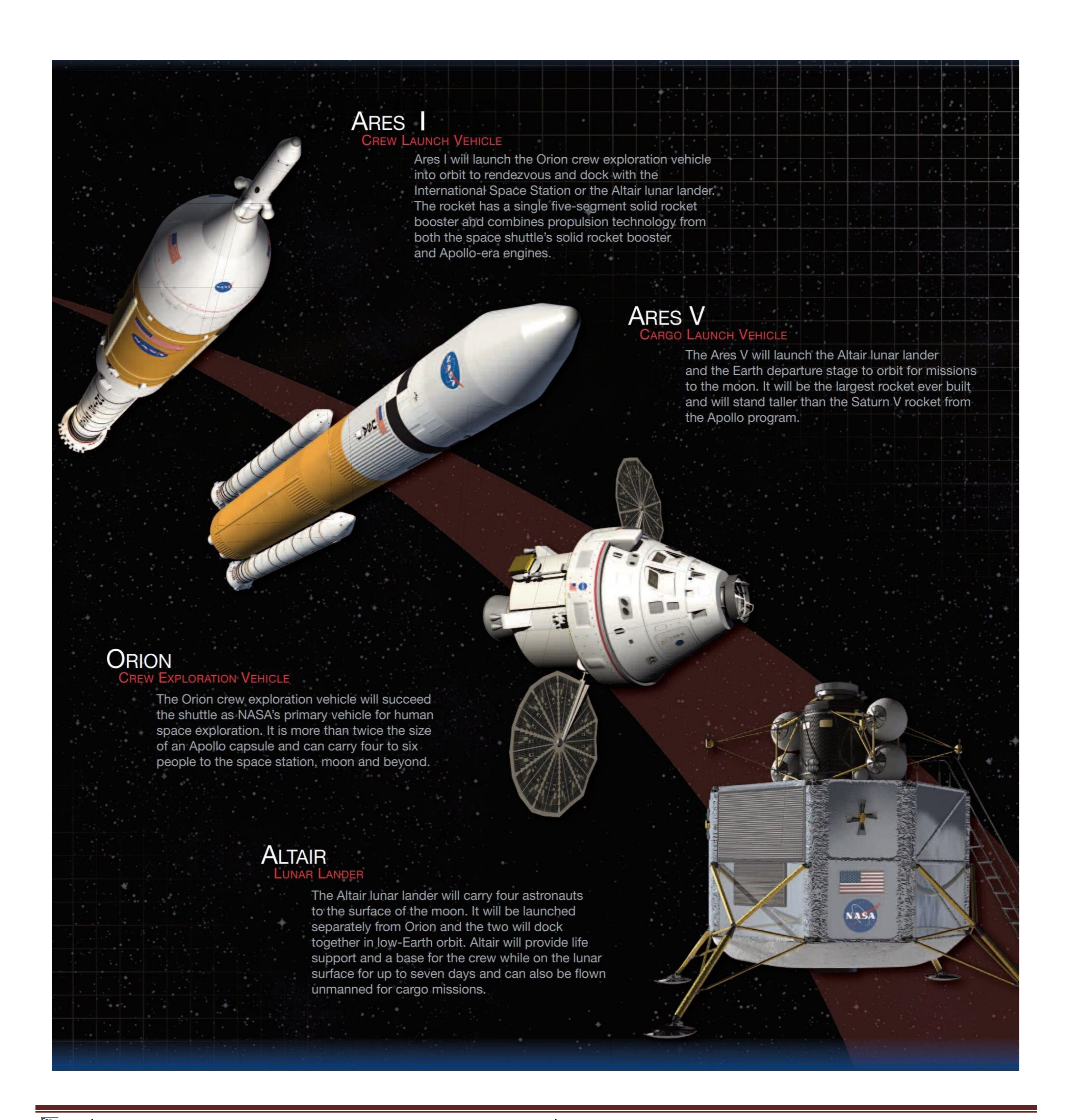




La Etapa de Salida Terrestre (EDS) fue el sistema de propulsión diseñado para poner la etapa superior de Altair en una trayectoria lunar desde dentro de la órbita terrestre baja, diseñada como la 2° etapa de combustible líquido del cohete Ares-V, la cápsula Orion habría sido lanzada por separado por el cohete Ares-I, luego, la cápsula Orion se encontraría y acoplaría con la combinación Altair/EDS que ya se encontraría en la órbita terrestre baja, posteriormente el EDS dispararía durante 390 seg en una maniobra de inyección translunar (TLI), acelerando la nave espacial 40200 Km/h, terminada la propulsión, el EDS sería desechado.

Una vez en la órbita lunar, la tripulación refinaría la trayectoria y configuraría la nave para un vuelo sin tripulación, lo que permitiría a los cuatro miembros de la tripulación transferirse al vehículo Altair y alunizar, mientras Orion esperaría su regreso, al recibir la autorización del control de la misión, el Altair se desacoplaría del Orion y realizaría una maniobra de inspección, lo que permitiría a los controladores de tierra inspeccionar la nave espacial a través de la TV en vivo montada en Orion en busca de cualquier problema visible que impidiera alunizar, después de recibir la aprobación de los controladores de tierra, las dos naves se separarían a una distancia segura y los motores de descenso del Altair se encenderían nuevamente para descender con motor a un lugar de aterrizaje predeterminado previamente seleccionado por la nave espacial sin tripulación

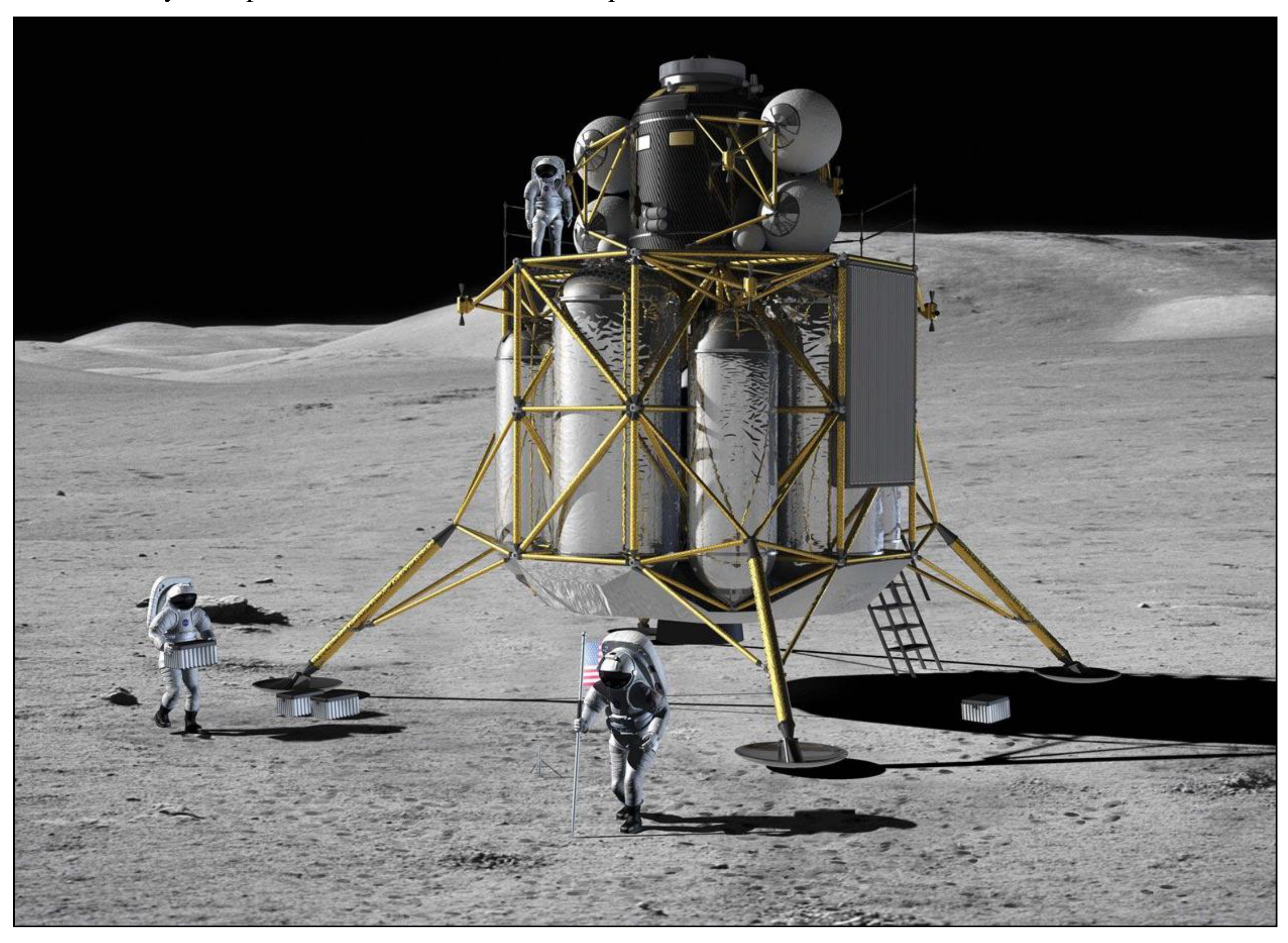




ARES I
CREW LAUNCH VEHICLE
Ares I will launch the Orion crew exploration vehicle into orbit to rendezvous and dock with the International Space Station or the Altair lunar lander. The rocket has a single five-segment solid rocket booster and combines propulsion technology from both the space shuttle's solid rocket booster and Apollo-era engines.
ARES V
CARGO LAUNCH VEHICLE
The Ares V will launch the Altair lunar lander and the Earth departure stage to orbit for missions to the moon. It will be the largest rocket ever built and will stand taller than the Saturn V rocket from the Apollo program.
ORION
CREW EXPLORATION VEHICLE
The Orion crew exploration vehicle will succeed the shuttle as NASA's primary vehicle for human space exploration. It is more than twice the size of an Apollo capsule and can carry four to six people to the space station, moon and beyond.
ALTAIR
LUNAR LANDER
The Altair lunar lander will carry four astronauts to the surface of the moon. It will be launched separately from Orion and the two will dock together in low-Earth orbit. Altair will provide life support and a base for the crew while on the lunar surface for up to seven days and can also be flown unmanned for cargo missions.
NASA

El Módulo de Acceso a la Superficie Lunar (LSAM) Altair fue diseñado para ser el principal vehículo de transporte para los astronautas, su diseño era mucho más grande que su predecesor (LEM Apollo), ocupando un total de 32 m^3 en comparación con los 6,7 m^3 del LEM, debía medir 9,8 m de altura y 15 m de ancho de punta a punta del tren de aterrizaje.

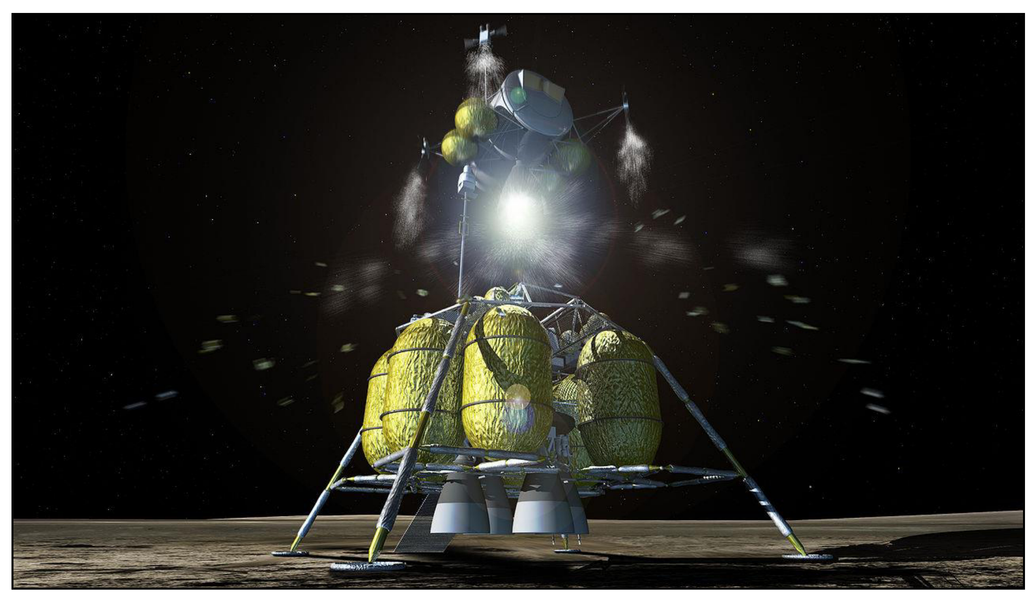
Al igual que su predecesor, el diseño de Altair constaba de dos partes: una etapa de ascenso que albergaría a la tripulación de 4 astronautas; y una etapa de descenso compuesta por el tren de aterrizaje, almacenamiento de la mayor parte de los consumibles de la tripulación (Oxígeno y agua) y el equipamiento científico, fue diseñado para alunizar en las regiones polares lunares para una futura construcción de una base lunar, Altair no fue diseñado para ser reutilizable y la etapa de ascenso se desecharía después de su uso.



La etapa de descenso de Altair sería propulsada por cuatro motores cohete RL-10, que también son los utilizados en la etapa superior Centaur del cohete Atlas-V, a diferencia de los motores RL-10 actuales en uso, estos RL-10 más nuevos debían tener la capacidad de acelerar hasta un 10 % de empuje nominal, la etapa de ascenso fue diseñada para ser propulsada por un solo motor, probablemente un motor hipergólico, similar o idéntico al motor principal de la cápsula Orion, que usaría la etapa de descenso como plataforma de lanzamiento y plataforma para la futura construcción de la base lunar, alternativamente, había una pequeña posibilidad de que se hubiera adoptado el plan original de usar motores alimentados con LOX/CH_4 a bordo del block-II Orion y la etapa de ascenso de Altair.

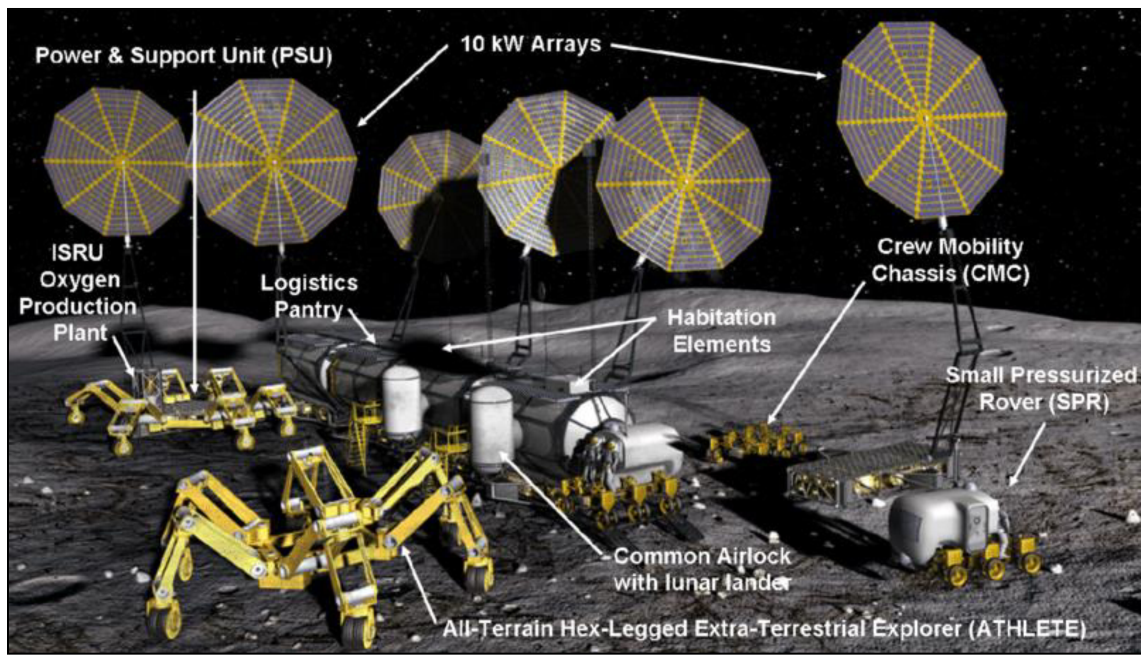
Al alunizar, la tripulación se pondría sus trajes espaciales y realizaría de 5 a 7 EVA recolectando muestras y desplegando experimentos, después de completar sus operaciones, la tripulación ingresaría al Altair y encendería el motor de la etapa de ascenso para despegar de la superficie, usando la etapa de descenso como plataforma de lanzamiento (dejándola como plataforma para la futura construcción de una base), al entrar en órbita, el Altair se reuniría y acoplaría con la nave Orion que esperaba y la tripulación luego se transferiría, junto con las muestras recolectadas, de regreso al Orion; luego de desechar el Altair, la tripulación realizaría el encendido de inyección trans-terrestre para el viaje de regreso a la Tierra.

Después de dos días y medio de navegación, la tripulación desecharía el módulo de servicio (lo que le permitiría quemarse en la atmósfera) y el CM volvería a entrar en la atmósfera de la Tierra utilizando una trayectoria de reentrada especial diseñada para desacelerar el vehículo desde su punto de partida y así permitir un amerizaje en el Océano Pacífico. Luego, el CM se enviaría de regreso al Centro Espacial Kennedy para su renovación, mientras que las muestras lunares se enviarían al Laboratorio de Recepción Lunar del Centro Espacial Johnson (JSC) para su análisis.





La base lunar del Programa Constellation estaría situada en el borde del cráter Shackleton del polo S lunar, por un lado tendría una iluminación permanente y al mismo tiempo podría tener acceso a las reservas de hielo que habían sido descubiertas por la sonda LCROSS, la base usaría rovers presurizados y módulos independientes que se moverían sobre patas y ruedas.



El 14-01-2004, el presidente George W. Bush solicitó que la NASA desarrollara una propuesta para continuar la exploración espacial tripulada después de la finalización de la ISS y el retiro planificado del programa del STS en 2010, propuesta que sería una forma de establecer una presencia humana extendida en la Luna, incluyendo la recolección y procesamiento del suelo lunar en combustible para cohetes o aire respirable, la experiencia adquirida podría ayudar a desarrollar y probar nuevos enfoques, tecnologías y sistemas para comenzar una exploración a largo plazo sostenible.

En 2006, la NASA publicó un cronograma preliminar de todas las misiones Constellation de la NASA planificadas hasta 2019, este documento incluía descripciones de una serie de misiones de prueba de vehículos propuestas.

Además, una evaluación independiente realizada por el Comité de Revisión de Planes de Vuelos Espaciales Tripulados de los Estados Unidos en octubre de 2009 encontró que, según los planes y el presupuesto vigentes en ese momento de la NASA el cohete Ares-I no estaría listo para lanzarse hasta 2017-2019, y el Ares-V no estaría disponible hasta finales de la década de 2020.

Otra revisión en 2009, ordenada por el presidente Obama, indicó que un regreso a la Luna o un vuelo tripulado a Marte no estaban dentro del presupuesto de la NASA, por la que se propusieron varias opciones que incluían dos puntos de destino principales, la Luna y el espacio profundo, tres tipos diferentes de vehículos de lanzamiento pesados y un programa de investigación y desarrollo que incluiría trabajos en depósitos de propulsores; el 1-02-2010, el presidente Obama anunció que tenía la intención de cancelar el programa con el presupuesto del año fiscal 2011 de Estados Unidos, una propuesta revisada en abril confirmó que la nave espacial Orion se mantendría para futuras misiones más allá de la órbita terrestre baja con los cohetes Ares remodelados en el Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS), finalmente el Programa Constellation fue cancelado, y las operaciones de órbita terrestre baja se transfirieron al Desarrollo del Programa de Tripulación Comercial.

Base Lunny Poligon

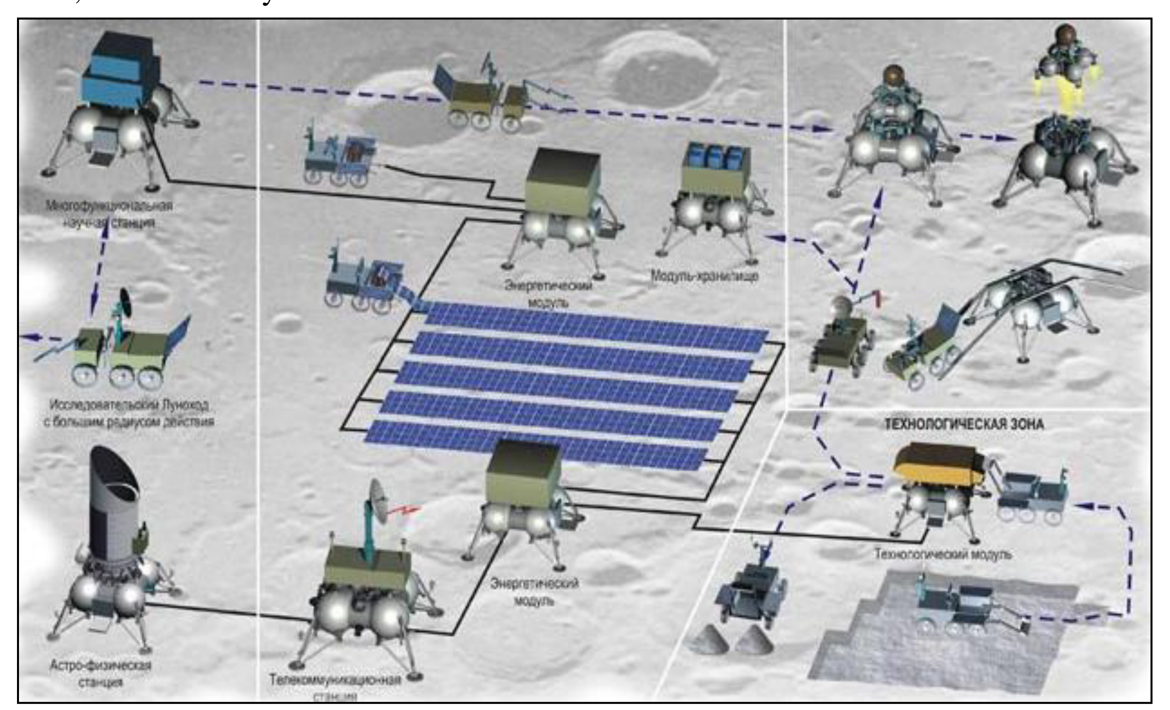
Según un acuerdo internacional, las misiones robóticas estarían vinculadas a la cooperación espacial entre Rusia y la India, que proporcionaría equipos científicos, el rover, un cohete de transferencia e incluso un sitio de lanzamiento para los vuelos lunares rusos, una misión lunar conjunta que pudiera allanar el camino para una colaboración a largo plazo y de gran alcance en la exploración de la Luna y el aprovechamiento de sus recursos naturales.

La misión a la Luna sería un cruce entre los programas de Fase-II de los dos países para la investigación lunar, Chandrayaan en la India y LunaGlobe en Rusia, durante la Fase-I, la India y Rusia procederían solos, la primera misión Luna-Globe de Rusia, estaría prevista para 2010, tampoco preveía el alunizaje de ninguna nave espacial, en la Fase II, Rusia planeaba realizar un alunizaje suave de un sofisticado vehículo lunar de 400 Kg, que sería llevado a la Luna a bordo de un cohete de la India.

El programa ruso también previó misiones de Fase-III y Fase-IV a la Luna entre 2012 y 2015, según los planes de la Oficina de Diseño de Naves Espaciales Lavochkin, en la Fase-IV, el programa Luna-Glob estaría planeado para buscar recursos minerales en la Luna, la próxima etapa de exploración sería tomar muestras del suelo lunar y transportarlas de regreso a la Tierra, le seguiría el programa Lunny Poligon, establecer algunas infraestructuras cerca de los polos lunares para una futura base habitable y llevar a cabo una amplia gama de estudios científicos y tecnológicos.

Las áreas más adecuadas para tal base serían sitios con agua descubierta, debido a que además son áreas siempre expuestas al Sol, podrían usar generadores solares para producir electricidad y para obtener combustible de Hidrógeno del hielo para las naves interplanetarias y las necesidades de la base.

Las componentes clave de transporte de esta instalación lunar, incluidas las etapas de refuerzo, plataformas de alunizaje, etapas de ascenso y rovers, se basarían en equipos desarrollados para misiones rusas anteriores como Luna-Glob, Luna-Resurs y Luna-Grunt.

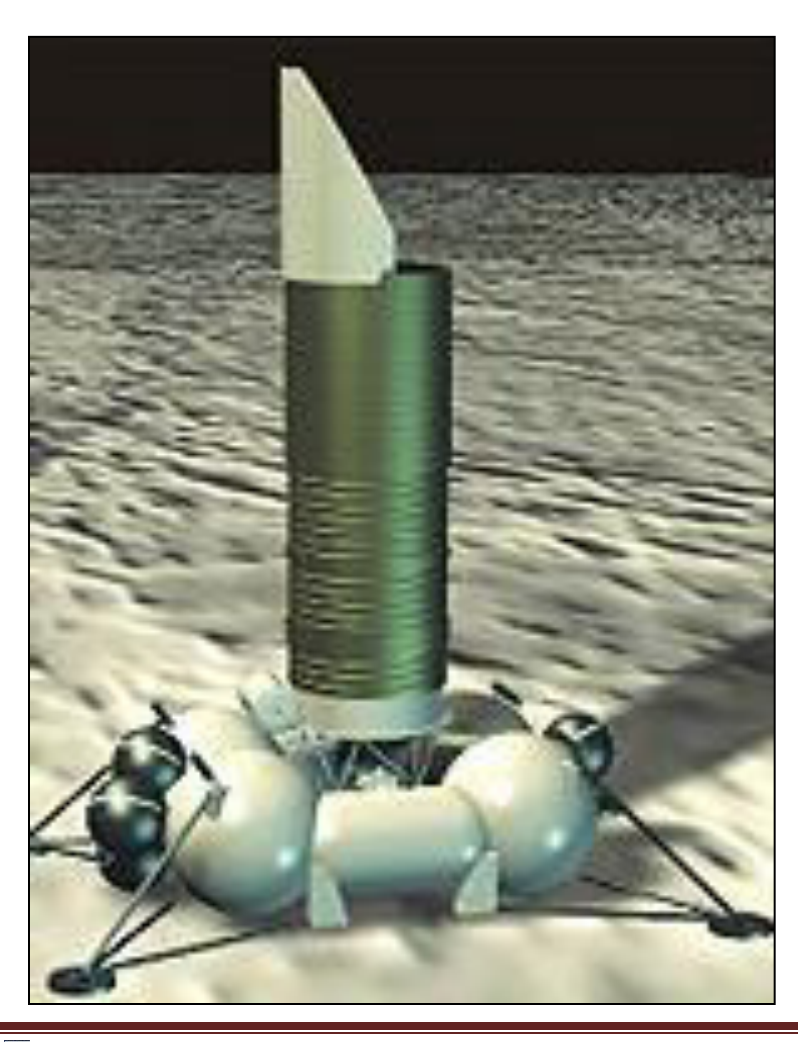


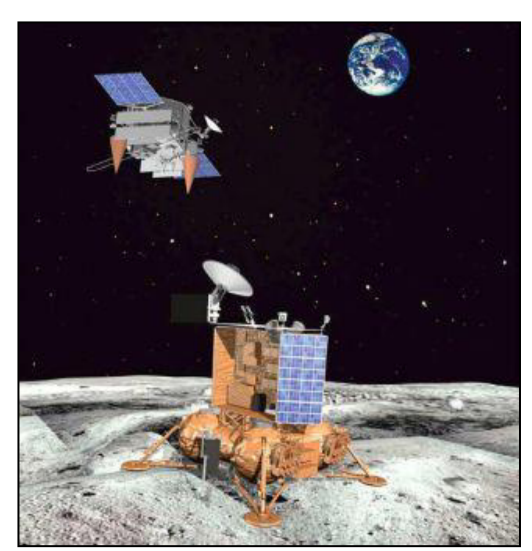
Con el tiempo, los componentes de la base y sus recursos (energía y comunicaciones) podrían alquilarse a instituciones científicas e industriales estatales o privadas de todo el mundo; el campo de pruebas robóticas también podría proporcionar una base y apoyo logístico para una futura base tripulada en la superficie lunar.

A partir de 2006, Lunny Poligon se subdividiría en cuatro áreas principales; zona de servicio que funcionaría como corazón de la instalación proporcionando un módulo de energía con paneles solares asociados, una estación de comunicaciones y módulo de almacenamiento; zona científica que albergaría un módulo de alunizaje científico multifuncional y módulos de alunizaje especializados como estaciones de astrofísica; zona tecnológica que albergaría módulos y equipos utilizados para procesar suelo lunar para extraer minerales y agua; y una zona de despegue y alunizaje con el objetivo de reabastecer la base.

Para la construcción inicial de la base se utilizarían rovers altamente especializados, así como para el servicio, mantenimiento y apoyo logístico de la instalación operativa, rovers diseñados para colocar cables y paneles solares flexibles y camiones de reparación móviles con brazos robóticos controlados a distancia, dependiendo de la ubicación de la base, los satélites en órbita lunar podrían facilitar las comunicaciones entre la base y el control terrestre.

A principios de la década de 2010, se prometió el despliegue de la base robótica para 2021, pero, finalmente el proyecto tuvo que posponerse hasta la segunda mitad de la década de 2020.







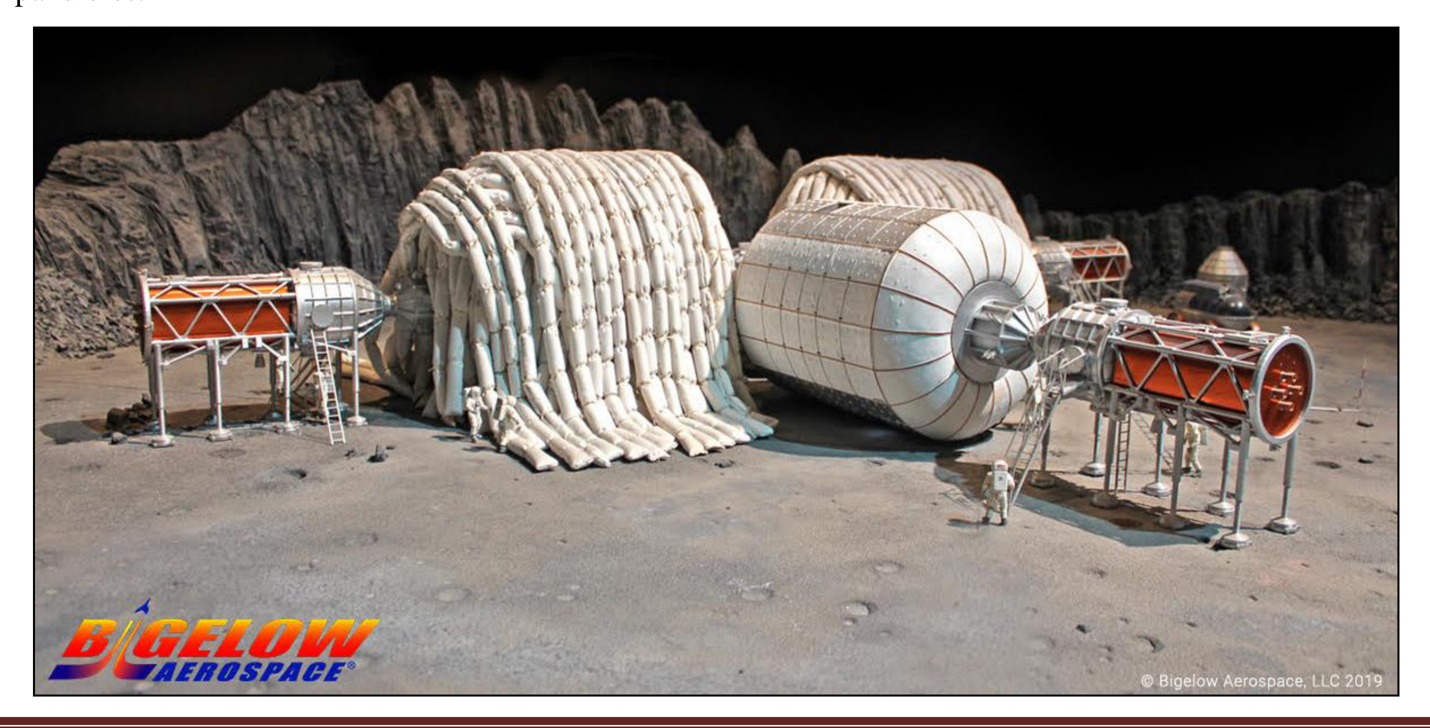
Biguelow Aerospace

El empresario Robert Bigelow quiere un permiso para explotar la Luna, argumentando que, sin derechos de propiedad, será muy difícil justificar una enorme inversión y el riesgo necesarios para instalarse en la superficie lunar, pero la Federal Aviation Administration (FAA) entidad gubernamental responsable de regular todos los aspectos de la aviación civil en Estados Unidos no tiene jurisdicción sobre la Luna y solo puede regular los lanzamientos y reingresos de cohetes, otra posible barrera legal a la minería es el Tratado del Espacio Exterior que impide que las naciones reclamen territorio en la superficie lunar.

A fines de 2014, la FAA y la Oficina de Transporte Espacial Comercial (AST) respondieron positivamente a una solicitud de revisión de carga útil presentada por Bigelow, la revisión se centró en el tema del desarrollo comercial de la Luna y hubo quienes vieron la medida como un paso hacia el establecimiento de un marco legal para que empresas reclamen su derecho a la Luna.

La decisión de la FAA-AST, que se tomó en consulta con la NASA y el Departamento de Defensa, proporcionó a Bigelow algo de esa seguridad al decir que el AST haría todo lo posible para proteger los activos comerciales en la Luna, uno de los primeros puntos en la agenda será revisar la Ley de Lanzamiento Espacial Comercial (CSLA) y actualizarlo para permitir a la FAA una mayor autoridad para actividades comerciales, si bien Bigelow no puede pedir derechos de propiedad, tiene la seguridad de que no se interferirá con sus actividades, basado en los modelos presentados por Bigelow en varias conferencias espaciales a lo largo de los años, lo que probablemente será la primera base lunar comprenderá una serie de módulos BA-330 reutilizables.

En 2019, la NASA realizó en la sede de la compañía pruebas en tierra con una duración de dos semanas en el hábitat BA-330 en la que participaron astronautas para evaluar varios aspectos del módulo, las pruebas, involucraron dos unidades que eran parte del programa Next Space Technologies for Exploration Partnerships (NextSTEP) los módulos han demostrado ser extremadamente resistentes y duraderos, pudiéndose modificar fácilmente para incorporar lo necesario para dicha base, además del uso novedoso de la tecnología de módulos expandibles.







Moon Village

En 2015 se presentó el concepto Moon Village, en este contexto se refiere a inversores, científicos, ingenieros, universidades y empresarios internacionales, públicos y privados que se reunieron para discutir intereses y las capacidades para construir y compartir infraestructura en la Luna y en el espacio cislunar para una variedad de propósitos, la naturaleza abierta del concepto abarcaría cualquier tipo de actividades lunares, ya sean robóticas o de astronautas, hábitats impresos en 3D, orbitadores de relevo, astronomía, explotación de recursos e incluso turismo.

La idea fue lograr al menos cierto grado de coordinación y explotación de sinergias potenciales y crear una presencia sostenible permanente en la superficie lunar, ya sea robótica o tripulada; Jan Wörner, director general de la ESA hasta 2021, describió en 2017 al Moon Village como un entendimiento, no una sola instalación, esta iniciativa pretende ser el primer paso para unirnos como especie y desarrollar asociaciones y saber hacer, antes de intentar hacer lo mismo en Marte, afirma que esta visión de sinergia puede ser tan inspiradora como la ISS, pero sobre una base de cooperación internacional verdaderamente global.

El concepto fue organizado libremente por una organización establecida en noviembre de 2017 llamada Moon Village Association, organización sin fines de lucro, registrada en Viena, con la misión de crear un foro global para el desarrollo de Moon Village, y potencialmente implementar un asentamiento humano cerca del polo S lunar, aprovechando la luz solar casi continua y depósitos cercanos de hielo y otros volátiles útiles.

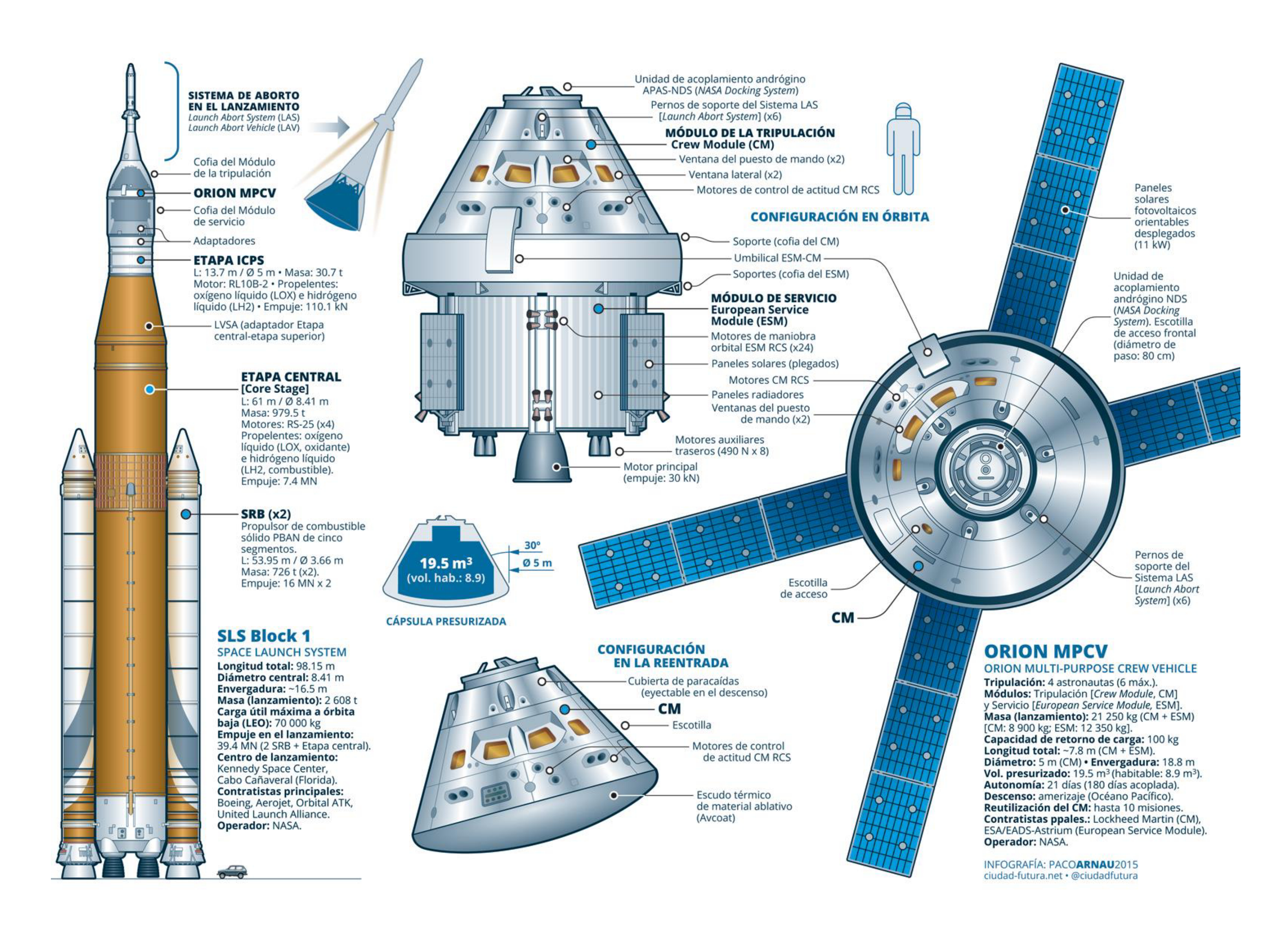
En 2018, la Universidad Tecnológica de Viena obtuvo el patrocinio de la ESA para un taller de diseño sobre el tema de Moon Village, estudiantes de maestría desarrollaron escenarios hipotéticos, el concepto cooperativo del taller condujo a una serie de temas nuevos, como la infraestructura móvil multipropósito, campus de capacitación astro científico, laboratorio de alimentos de investigación experimental y una instalación de reciclaje.



Programa Artemis

El programa Artemis comenzó en 2017 como una reorganización y continuación de esfuerzos sucesivos para revitalizar el programa espacial de Estados Unidos desde 2009, los objetivos a mediano plazo incluyen establecer un equipo de expedición internacional y una presencia humana sostenible en la Luna, los objetivos a largo plazo serían la extracción de recursos lunares y, eventualmente, hacer factibles las misiones tripuladas a Marte, lo llevan a cabo predominantemente la NASA y los contratistas de vuelos espaciales comerciales de Estados Unidos en asociación con la ESA y las agencias espaciales de varias otras naciones.

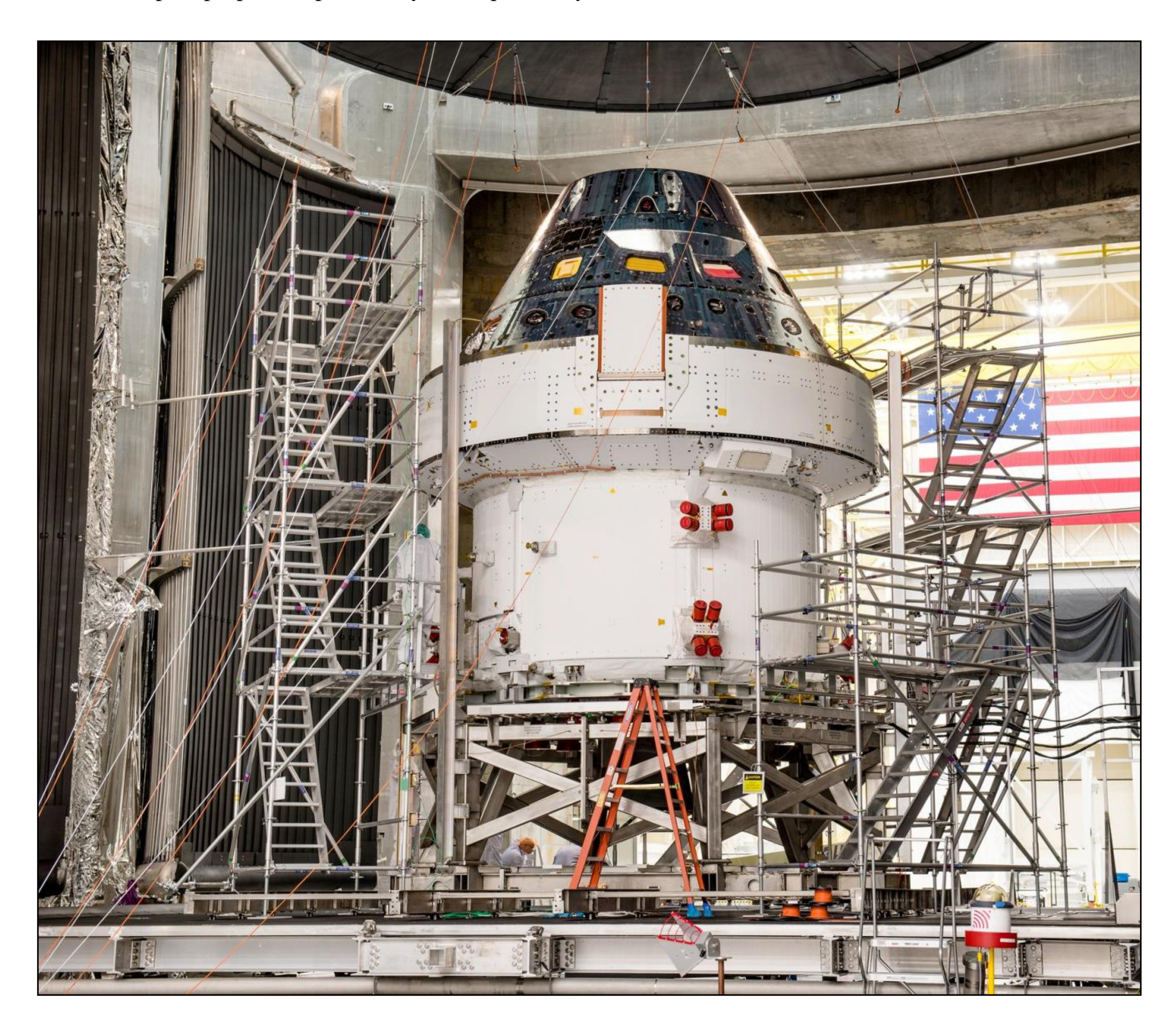
El programa está organizado en torno a una serie de misiones del Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS), estas misiones espaciales aumentarán en complejidad y están programadas para ocurrir con más de un año de diferencia entre sí, la NASA y sus socios han planificado las misiones Artemis I a IV; también se han propuesto misiones Artemis posteriores, cada misión SLS se centra en un lanzamiento que transporta una nave Orion, las misiones posteriores a Artemis II dependerán de las misiones de apoyo lanzadas por otras organizaciones y naves espaciales para funciones de apoyo.



El Space Launch System (SLS) es un vehículo de lanzamiento de carga súper pesada de Estados Unidos que ha estado en desarrollo desde 2011, es el principal vehículo de lanzamiento del programa Artemis, el Congreso de Estados Unidos requiere que la NASA utilice el SLS Block-1 para que sea lo suficientemente potente como para elevar una carga útil de 95 tn a la órbita terrestre baja y lanzar las misiones Artemis I, II y III, a partir de 2025; el Block-1B estaría destinado a llevar la Etapa Superior de Exploración (EUS) y lanzar las misiones Artemis IV y V, a partir de 2029, se planea que el Block-2 reemplace los propulsores iniciales derivados del STS por propulsores avanzados y con una capacidad de envío de más de 130 tn a órbita baja; está destinado a permitir lanzamientos tripulados a Marte.

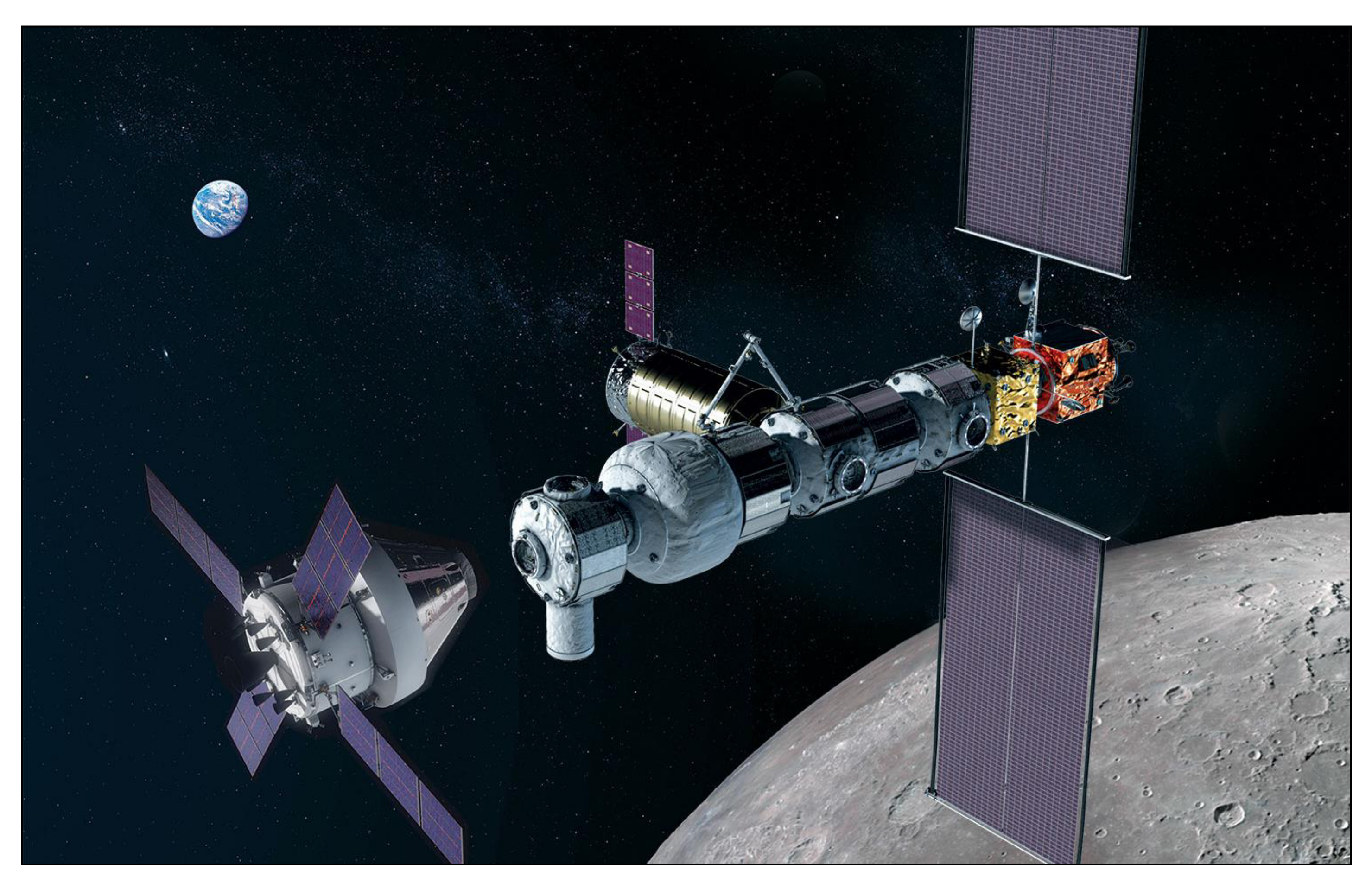


La nave Orion fue concebida originalmente por Lockheed Martin como una propuesta para el vehículo de exploración tripulado (CEV) para ser utilizado en el programa Constellation, fue rediseñada en gran medida para su uso en la iniciativa Journey to Mars de la NASA; más tarde llamado Luna a Marte, el SLS reemplazó al cohete Ares-I como vehículo de lanzamiento principal; a partir de 2020, se construyeron tres módulos de tripulación Orion aptos para volar, y se ordenó uno adicional para usar en el programa Artemis; el primero de ellos se lanzará en Artemis I, consta de una cápsula (Crew Module-CM) diseñada por Lockheed Martin y el European Service Module (ESM) fabricado por Airbus Defence and Space; capaz de soportar una tripulación de 6 astronautas más allá de la órbita terrestre baja, Orion está equipada con paneles solares, un sistema de acople automatizado e interfaces de cabina de vidrio modeladas a partir de las utilizadas en el avión Boeing 787 Dreamliner, lleva un solo motor AJ-10 para propulsión primaria, y otros que incluyen motores del sistema de control de reacción.



Gateway es una pequeña estación espacial destinada a servir como un centro de comunicación alimentado por energía solar, laboratorio de ciencias, módulo de habitación a corto plazo y área de espera para rovers y otros robots. Si bien el proyecto está dirigido por la NASA, el Gateway está destinado a ser desarrollado, reparado y utilizado en colaboración con socios comerciales e internacionales como la ESA, la Agencia Espacial Canadiense y JAXA de Japón, los socios internacionales en Gateway no tendrían sus módulos listos hasta 2026; se estableció como requisito que todas las propuestas del Sistema de Aterrizaje Humano serían capaces de volar libremente sin Gateway; el 30-04-2020, se anunció que la estación Gateway, clave para la visión de la NASA de una presencia de tripulación sostenible en la Luna o cerca de ella, sería opcional en la planificación de la misión.

Los funcionarios de la NASA originalmente esperaban que Gateway estuviera en posición cerca de la Luna a tiempo para la misión Artemis III en 2024, lo que permitiría ensamblar o agregar elementos del módulo de alunizaje en Gateway antes de la llegada de los astronautas en una cápsula de tripulación Orion.

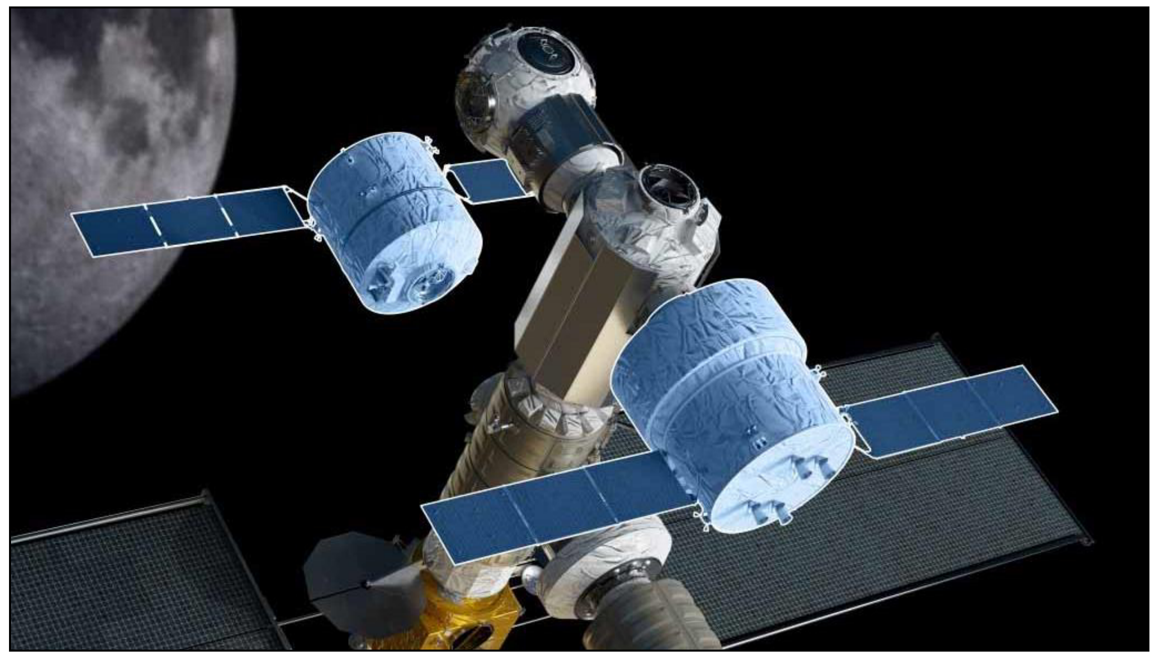


Northrop Grumman Innovation Systems construirá el Puesto Avanzado de Logística y Vivienda (HALO), también denominado Módulo de Habitación Mínima (MHM) y anteriormente conocido como Módulo de Utilización, se basa en un módulo de reabastecimiento Cygnus Cargo con radiadores montados en el cuerpo, baterías y antenas de comunicaciones, será un módulo de vivienda a escala reducida, contará con un volumen presurizado funcional que proporcione capacidades de comando, control y manejo de datos, almacenamiento y distribución de energía, control térmico, comunicaciones y seguimiento, dos puertos de acoplamiento axiales y hasta dos radiales, volumen de almacenamiento, control ambiental y vida útil, sistemas de apoyo para aumentar la nave espacial Orion y apoyar a una tripulación de cuatro durante al menos 30 días, un cohete Falcon Heavy equipado con un carenado extendido lanzará al Elemento de potencia y Propulsion junto con el HALO en 2024.

El 27-03-2020, la empresa Space X reveló que la nave espacial de reabastecimiento Dragon XL, será diseñada para el transporte de carga, experimentos y otros suministros presurizados y no presurizados a la estación Gateway, el equipo enviado por las misiones Dragon XL podrá incluir materiales de recolección de muestras, trajes espaciales y otros artículos que los astronautas puedan necesitar en Gateway y la superficie lunar; se planea que el Dragon XL permanezca en Gateway durante 6 a 12 meses en un momento en que las cargas útiles de investigación dentro y fuera de la nave de carga podrían operarse de forma remota, incluso cuando las tripulaciones no estén presentes, se espera que su capacidad de carga útil sea de más de 5 tn en órbita lunar, la nave espacial no será reutilizable y se construirá únicamente para transportar carga, actuando como vehículo logístico de Estados Unidos.

El Moon Cruiser, diseñado por Airbus, es un vehículo logístico basado en el Vehículo Espacial Automatizado (ATV) y el módulo de servicio ESM de Orión, que se utilizará como soporte auxiliar de la plataforma orbital lunar Gateway, será una aportación de la ESA para la estación Gateway.

Será lanzado desde un Ariane 6, siendo una de sus principales funciones reabastecer de combustible a los vehículos de alunizaje y transportar cargas a la estación Gateway, también se utilizará para transportar el módulo europeo ESPRIT a Gateway en 2025, otro de los destinos para el que ha sido propuesto es para servir de etapa de transferencia para un módulo de alunizaje.



El Elemento de Potencia y Propulsión comenzó a desarrollarse en el JPL durante la ahora misión cancelada Asteroid Redirect Mission (ARM), el PPE permitirá el acceso a la superficie lunar y actuará como un remolcador espacial, también servirá como centro de mando y comunicaciones de Gateway, se prevé que el PPE tenga una masa de 8-9 tn y la capacidad de generar 50 kW de energía eléctrica solar para sus propulsores iónicos, que podría complementarse con propulsión química.



El Sistema de Alunizaje Tripulado (HLS) es un componente crítico para la misión Artemis, es el sistema que transportará a la tripulación desde la órbita lunar (el Gateway o una nave espacial Orion) a la superficie lunar, actúa como un hábitat lunar y luego transporta a la tripulación de regreso a la órbita lunar

El 30-09-2019, la NASA emitió una solicitud para el desarrollo y la demostración tecnológica de un HLS para llevar humanos a la superficie lunar en 2024 y el posterior desarrollo y la demostración tecnológica de un HLS más sostenible para 2026 conocido como NextSTEP H, la admisión de propuestas se cerró el 5-11-2019, se infomó que Blue Origin, Lockheed Martin, Northrop Grumman y Draper Laboratory colaborarían conjuntamente para crear una propuesta, Blue Origin sería el contratista principal con su Blue Moon Lunar Lander como etapa de descenso, Lockheed Martin construiría la etapa de ascenso, Northrop Grumman construiría una etapa de transferencia basada en su nave espacial Cygnus, el módulo de alunizaje se lanzaría en el cohete reutilizable New Glenn de Blue Origin.

El proyecto de HLS de Boeing fue presentado a la NASA a finales de 2019, el módulo de alunizaje constaba de una etapa de descenso y ascenso teniendo la etapa de descenso la capacidad de soltar el módulo, lo que eliminaría la necesidad de una 3° etapa de transferencia, el módulo de alunizaje estaba diseñado para ser lanzado con un SLS Block 1B en lugar de ensamblarse en múltiples lanzamientos, tampoco requeriría utilizar a la estación Gateway pudiendo atracar directamente con la nave Orión y así convertir ese proceso de la misión en algo más fácil, Boeing se asoció a Intuitive Machines para proporcionar motores y también planeó reutilizar tecnologías clave de su nave CST-100 Starliner, a su vez se planeó una alternativa para el lanzamiento del módulo de alunizaje; en caso de que el Block-1S del SLS no estuviera disponible para 2024, la etapa de descenso se lanzaría con un Block-1, mientras que la etapa de ascenso sería lanzada por un lanzador comercial y ensamblada en una órbita lunar.

La empresa Space X, informó a finales de 2019 que hizo una propuesta para Artemis, los detalles no se hicieron públicos, salvo que la propuesta estaba relacionada con el cohete Falcon Heavy, en 2020 la empresa Space Systems de Sierra Nevada Corp. y Dynetics presentaron una propuesta; el 16-04-2021, la NASA adjudica el proyecto HLS a la empresa Space X.



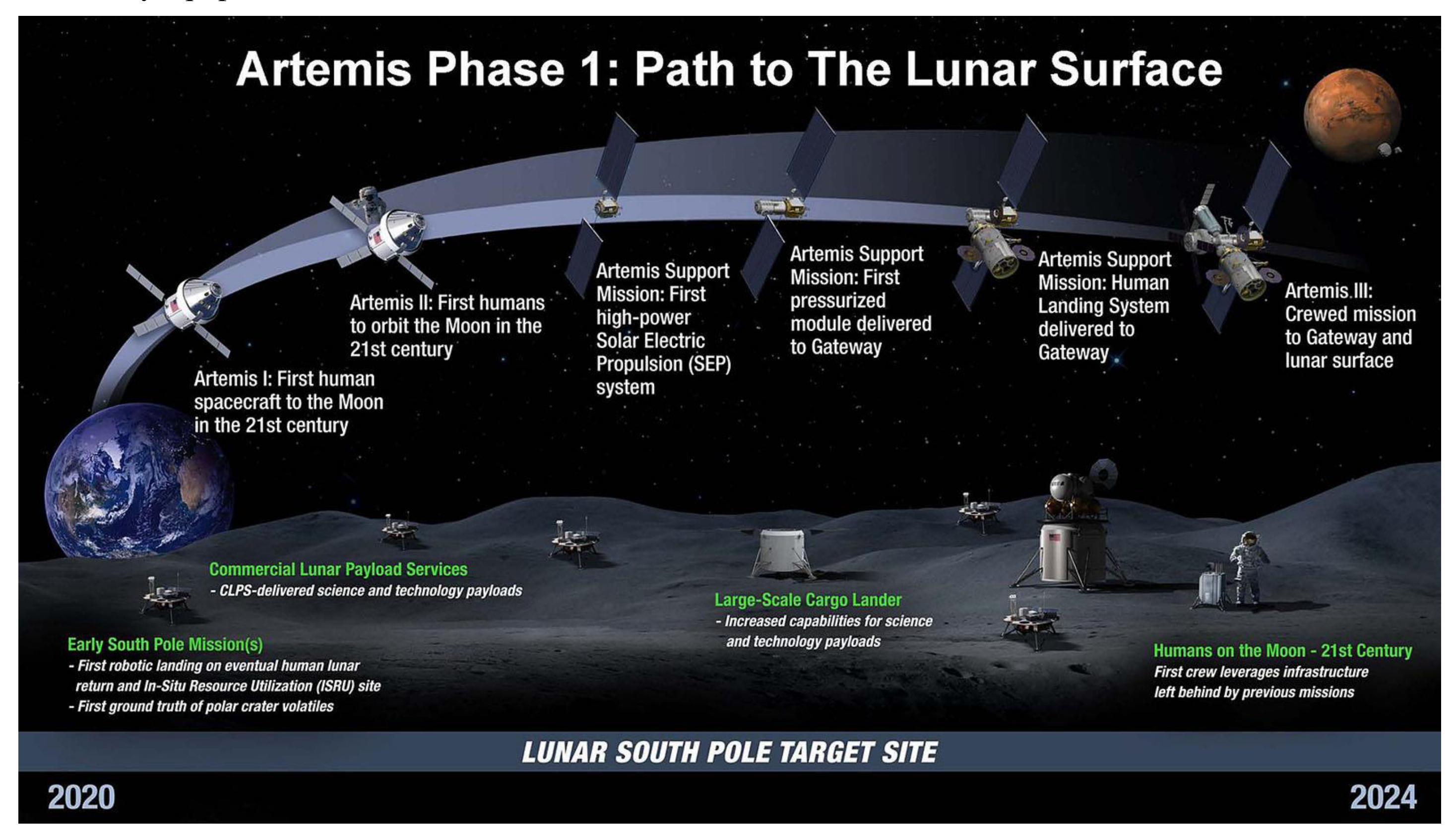
La misión Artemis-I (2022) será una prueba sin tripulación del SLS y la cápsula Orion, realizará el encendido de inyección translunar para enviar a Orión al espacio lunar, frenará en una órbita lunar distante retrógrada y permanecerá durante alrededor de 6 días antes de impulsarse de nuevo hacia la Tierra, la cápsula Orion se separará de su módulo de servicio, volverá a entrar en la atmósfera para el aerofrenado y aterrizará con paracaídas, estaba originalmente programada para finales de 2021, pero la fecha de lanzamiento se retrasó hasta 2022.

Artemis-II (2024) será el primer vuelo de prueba tripulado de SLS y la nave Orion, 4 astronautas realizarán pruebas exhaustivas en la órbita terrestre y luego se impulsará a Orion a una trayectoria de retorno libre alrededor de la luna, que devolverá a Orion a la Tierra para su reingreso y amerizaje.

Artemis-III (2025) será un alunizaje tripulado, la misión depende de una misión de apoyo para colocar un HLS en una órbita de halo alrededor de la Luna antes del lanzamiento de SLS/Orion. Después de que HLS llegue a NRHO, SLS/Orion enviará la nave Orion tripulada que tiene la intención de incluir a la primera mujer y la primera persona de color en alunizar, para encontrarse y atracar con HLS, dos astronautas se trasladarán al HLS, que descenderá a la superficie lunar y pasará unos 6 días en la superficie, los astronautas realizarán al menos dos EVA en la superficie antes de que el HLS ascienda para regresarlos a una cita con Orión para luego regresar a la Tierra.

Artemis-IV (2026) es una misión tripulada a la estación lunar Gateway, utilizando un SLS Block-1B, una misión de apoyo anterior entregará los primeros dos módulos de Gateway, la potencia adicional del Block-1B permitirá que SLS/Orion entregue el módulo I-HAB para la conexión a la Estación Orbital Lunar Gateway

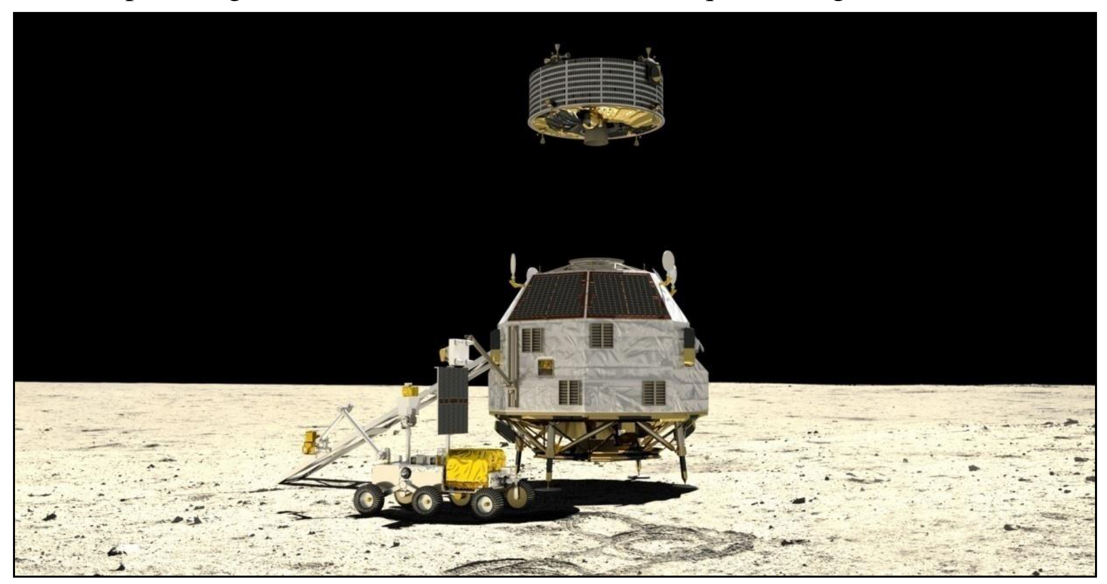
Se propone que Artemis V a VIII envíen astronautas a la superficie lunar, donde aprovecharán la creciente cantidad de infraestructura que se enviará en las misiones de apoyo, incluyendo hábitats, rovers, instrumentos científicos y equipos de extracción de recursos.

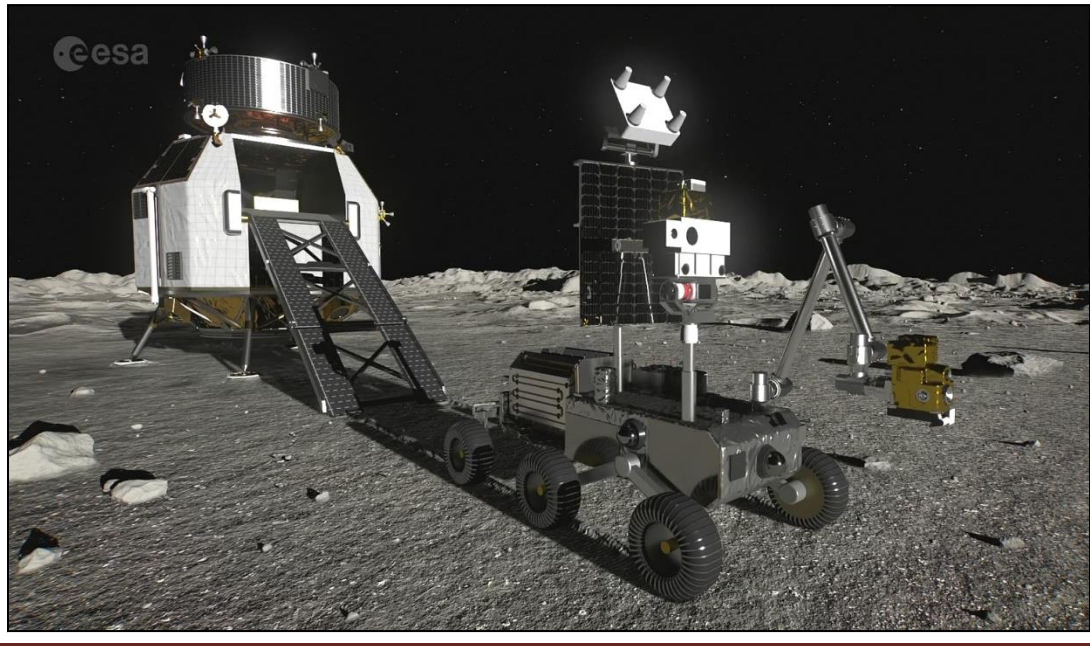


Human-Enhanced Robotic Architecture and Capability for Lunar Exploration and Science (HERACLES)

HERACLES es una nave espacial realizada por las agencias ESA, JAXA y la Agencia Espacial Canadiense conjuntamente que contará con un módulo de alunizaje llamado European Large Logistic Lander (EL3) configurable para diferentes operaciones como transportar hasta 1,5 tn de carga útil, retornos de muestra o recursos de prospección encontrados en la Luna, la ESA aprobó el proyecto a finales de 2019 y su primera misión está prevista en 2027.

El módulo de alunizaje EL3, tendrá un peso de aproximada 1,8 tn capaz de transportar un rover explorador de nacionalidad canadiense con el que buscará recursos potenciales y cargará muestras de hasta 15 Kg en el módulo de ascenso, será programado para que una de sus operaciones sea el desplazamiento durante varios Km por la cuenca Schrödinger, en la cara oculta de la Luna, para explorar y recolectar muestras, el módulo de ascenso regresaría las veces necesarias a la estación espacial Gateway, donde un brazo robótico canadiense lo recogería junto con las muestras para luego ser transferidas a una nave Orion que se dirigiría a la Tierra con los astronautas.





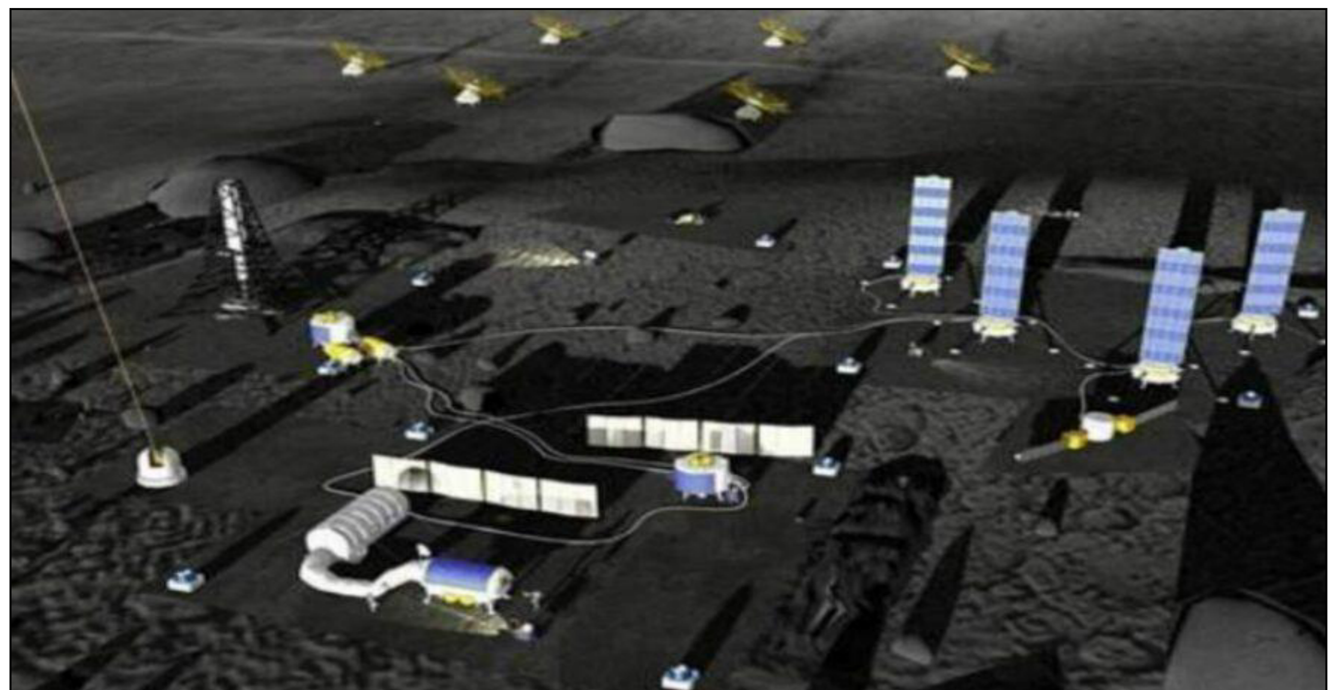
International Lunar Research Station (INLS)

En 2020, la Administración Nacional del Espacio de China (CNSA) propuso la Estación Internacional de Investigación Lunar (ILRS) junto a Roscosmos y la Agencia Espacial Europea (ESA) mostrando interés, los primeros pasos hacia el establecimiento del ILRS se darán a través de la Fase-IV del Programa de Exploración Lunar de China (CLEP), en marzo de 2021, Roscosmos y la CNSA firmaron un memorando de entendimiento sobre la cooperación en el campo de la creación de la Estación Lunar Científica Internacional (INLS), los comunicados también establecen que ambas partes utilizarán su experiencia en ciencia espacial, investigación, desarrollo y uso de equipos de tecnología espacial para desarrollar conjuntamente una hoja de ruta para la construcción de una estación internacional de investigación científica lunar y proponer implementarlo hacia 2035, para China, la INLS es una oportunidad para iniciar una cooperación con la ESA y las agencias espaciales de otros países occidentales.

La creación de la estación se divide en tres etapas hasta 2035: investigación, construcción y operación, la primera etapa durará hasta 2025 y deberá constar de 6 lanzamientos, uno de los cuales, Chang'e-4, ya tuvo lugar en 2018, los lanzamientos restantes son Luna-25, Luna-26 y Luna-27 de Rusia y Chang'e-6 y Chang'e-7 de China.

Para sus lanzamientos, se espera que Rusia utilice el cohete Soyuz-2, mientras que la china utilizará el cohete CZ-5, la primera nave rusa a la Luna, según el plan, se realizaría en 2022, y está previsto que la segunda etapa del programa conjunto Rusia y China se lleve a cabo desde 2025 a 2030, consta de 4 lanzamientos como continuación de sus programas lunares, China lanzaría la nave Chang'e-8 y Rusia la nave Luna-28.

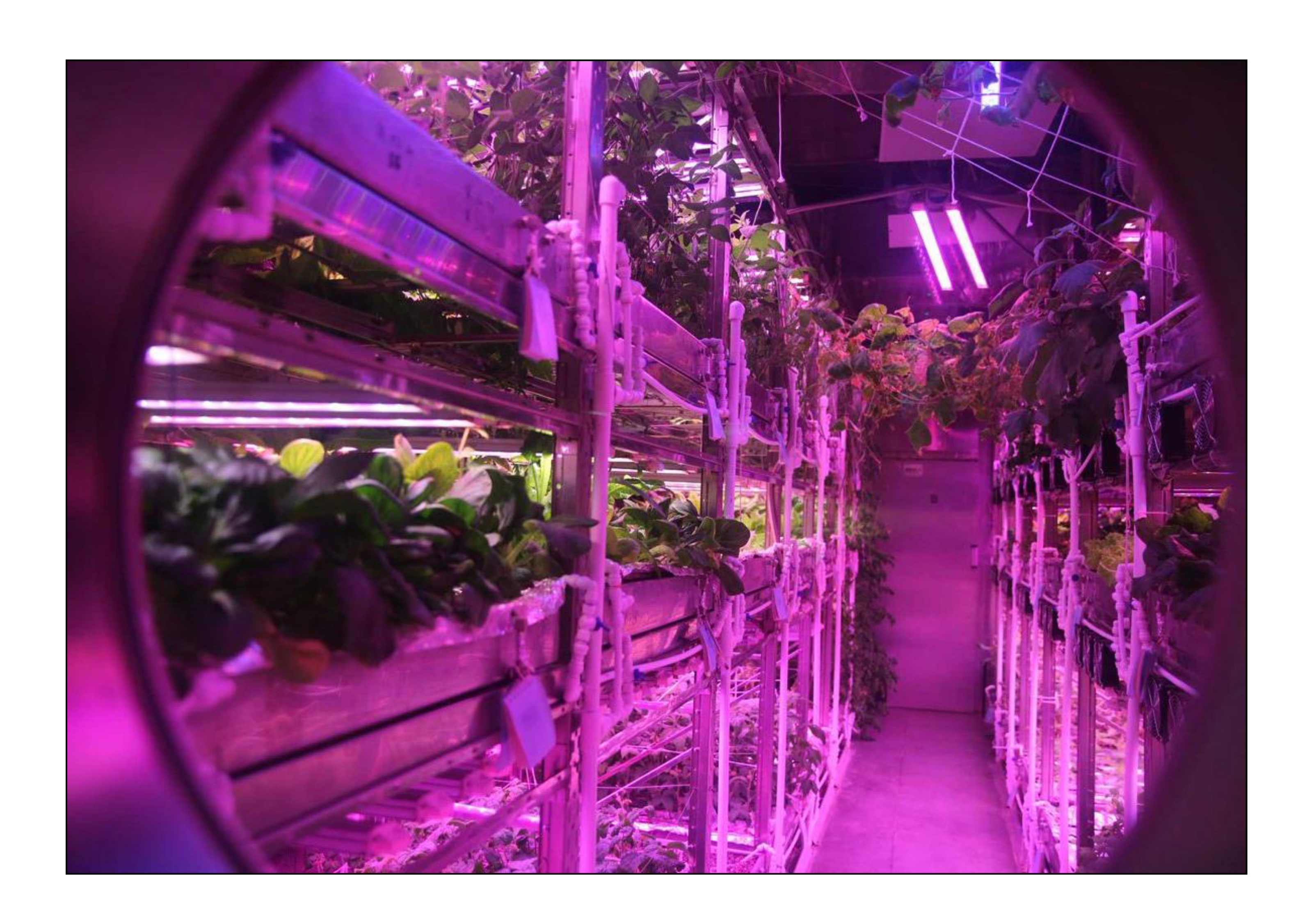
La construcción de la base en sí comenzaría solo después del lanzamiento de dos cohetes pesados con las naves MNLS-1 y MNLS-2, el primero de ellos se convertirá en el centro de mando y será el encargado de transmitir los datos a la Tierra, MNLS-2 servirá como estación para experimentos, la tercera etapa tendrá lugar desde 2030 a 2035, se espera que al final de este período, la estación lunar consista en 5 naves espaciales, que crearán un complejo científico completo, dedicado tanto al estudio de la superficie lunar como a la astronomía, una de las naves se encargará de recolección y transmisión de datos y la otra de controlar la base y su consumo de energía.



También habrá equipos científicos que estudiarán la superficie lunar; después de 2035, se detalla la posibilidad de vincular las misiones de un complejo automatizado con un programa tripulado, la base sería alimentada principalmente por energía solar, tendrá dos módulos de cultivo de plantas y un lugar habitable de 42 m^2, sala común, baño, sala de tratamiento de desechos y una sala para la cria de animales, el Oxígeno será producido por plantas dentro de la estación, se espera que el puesto de avanzada tenga múltiples cabinas que se conecten entre sí..

Para la base INLS, China inició simulaciones de cómo se podría vivir en el interior de una base lunar, el proyecto Yuegong 365 de un año de duración, es un simulador situado en el campus de la Universidad de Beihang, instituto con sede en Beijing especializado en la enseñanza y la investigación de tecnologías aeroespaciales, es el primer ecosistema autosuficiente diseñado y construido por China que proporciona todo lo que los humanos necesitan para sobrevivir en un entorno similar al de una nave espacial en el espacio exterior.

Dos hombres y dos mujeres ingresaron para una estadía inicial de 60 días el 10-05-2017; el 9-07-2017 fueron relevados por otro grupo de 4 personas, que permaneció 200 días, este segundo grupo salió el 26-01-2018, regresando el grupo inicial por 105 días más.

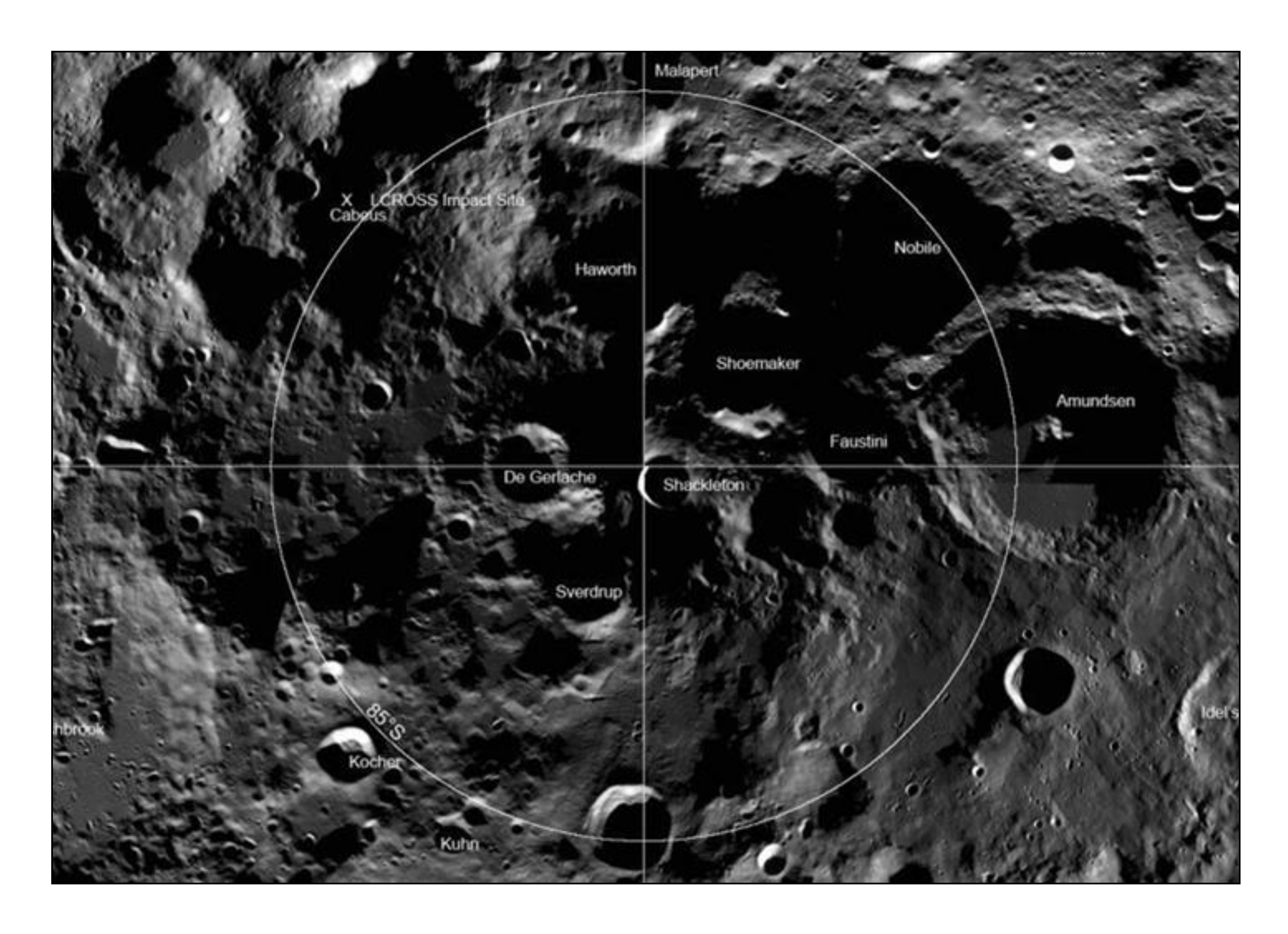


Objetivo polo S lunar

El polo S de la Luna es de especial interés para los científicos debido a la posibilidad de existencia de agua congelada en áreas constantemente sombreadas a su alrededor, de los polos lunares, el polo S es el de mayor interés porque el área que permanece en la sombra es mucho mayor que la del polo N, los cráteres del polo S son únicos ya que la luz del Sol no llega al fondo, tales cráteres son trampas heladas que contienen un registro fósil del sistema solar primitivo

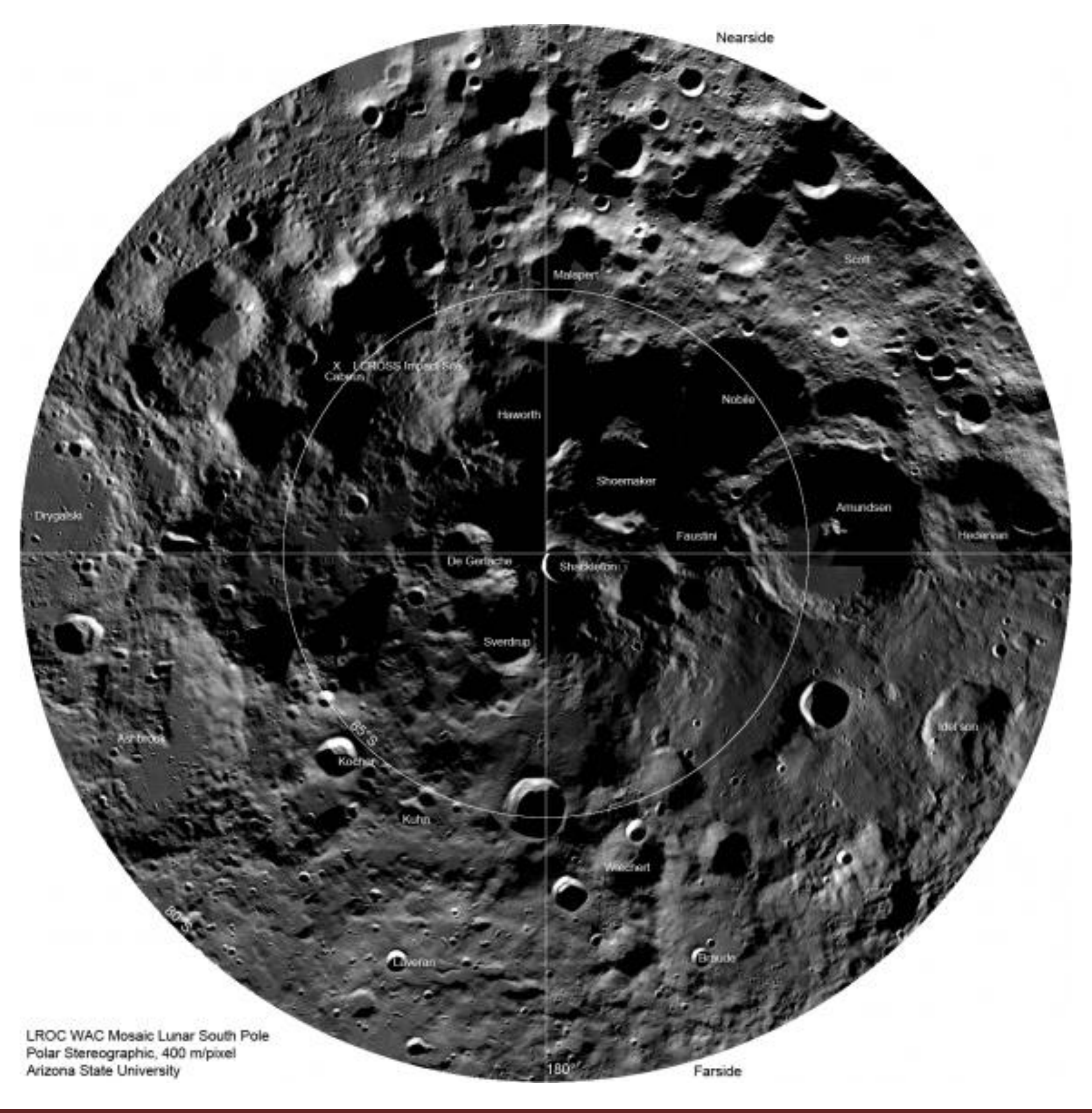
Está ubicado en el centro del lado más lejano de la Luna (80° S a 90° S) cubriendo una distancia de aproximadamente 1250 Km, ha cambiado 5° desde donde estaba hace miles de millones de años, este cambio ha hecho girar el eje de rotación de la Luna, permitiendo que la luz del Sol llegue a las áreas de la Luna de manera escasa, también contiene áreas de oscuridad permanente, donde la luz del Sol jamás llega; al mismo tiempo también contiene áreas con exposición permanente a la luz solar.

Su estructura está llena de cráteres y cuencas, como la cuenca Aitken; que parece ser una de las características fundamentales de la Luna, entre otras también se considera importante la montaña Epsilon Peak, que es más alta que cualquier montaña encontrada en la Tierra, el eje de rotación de la Luna coincide con el cráter Shackleton.



Las sondas Clementine, Lunar Prospector y Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) de Estados Unidos; Kaguya de Japón, Chandrayaan-1 de la India y Chang´e de China, exploraron la región alrededor del polo S lunar; la misión Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) de la NASA demostró la existencia de agua en grandes cantidades en el cráter Cabeus, su objetivo fue estrellar contra el suelo la última etapa del cohete empleado para propulsar la sonda hasta la órbita lunar, el análisis espectroscópico de los gases generados por el impacto reveló la presencia de un 5 % de agua.

Se cree que el polo S lunar podría ser adecuado para ubicar una base lunar, los lugares permanentemente oscuros en la Luna, con temperaturas inferiores a -175° C, podrían contener hielo y otros minerales que serían recursos vitales para futuras misiones, los picos de las montañas cerca del polo están iluminados durante largos períodos de tiempo y podrían utilizarse para proporcionar energía solar a una base, los científicos podrían analizar muestras de agua que podrían datar del comienzo del Sistema Solar, e incluso podrían hacer uso de ondas de radio por debajo de 30 Hz, en ningún lugar en el espacio se ha podido usar ondas de radio de esta frecuencia porque las ondas interferirían con las señales de radio de la Tierra, el polo S lunar tiene montañas y cuencas que no están orientadas hacia la Tierra y sería un lugar ideal para proyectar señales de radio.



Las trampas heladas pueden contener agua y hielo depositados por cometas, meteoritos y reducción de hierro inducida por el viento solar, son algunos de los lugares más importantes del polo S de la Luna; a partir de experimentos y estudios de muestras, los científicos pudieron confirmar que las trampas heladas contienen hielo, también fue encontrado hidroxilo en estos lugares, el hielo permanece en estas trampas solo por el comportamiento térmico controlado por propiedades termofísicas, luz solar dispersa, re-radiación térmica, calor interno y luz emitida por la Tierra, con las bajas temperaturas en las trampas, el hielo podría ser una posibilidad en el futuro, ya que no se derrite.

Las zonas de alunizaje de las misiones tripuladas y no tripuladas no estarían en estas zonas de oscuridad perpetua porque la mayoría de las naves usan paneles solares para su funcionamiento, su objetivo sería alunizar en las colinas y montañas que bordean los cráteres, ya que estas regiones están iluminadas casi permanentemente, característica que resulta ideal desde el punto de vista de la generación de electricidad mediante energía solar, el número de zonas casi siempre iluminadas por el Sol en el polo S es muy pequeño, están principalmente en tres lugares que son regiones irregulares y alargadas, de unos pocos Km de longitud y entre 20 y 40 m de ancho, el borde del cráter Shackleton, el borde del cráter De Gerlache, una cresta que conecta ambos cráteres y la montaña Malapert, dependiendo de la región, el número de días seguidos que reciben luz solar es mayor o menor.

Según el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre de 1967 de la ONU, firmado por todas las potencias espaciales actuales, ninguna nación ni empresa privada puede reclamar una parte de la Luna como su propiedad (tampoco se pueden llevar armas o efectuar actividades militares), en principio, estas zonas de luz pertenecen a toda la humanidad, pero el tratado también explica que ninguna nación puede poner en peligro u obstaculizar el desarrollo de una misión espacial de otro país, por lo que no se podría alunizar cerca de una nave que esté activa, sobre todo si fuera tripulada, la primer nación que alunice una nave en estas zonas casi permanentemente iluminadas se haría con el control de las mismas.


Cráter Shackleton

Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), Fuerza Aérea Argentina

Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com

Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/



Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar



Turismo Sideral https://turismo-sideral.com.ar

Estación Vientos del Sur http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/

Sociedad Lunar Argentina https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/



Noticias

Contenidos astronómicos educativos

Debido a la pandemia mundial de COVID-19, la Sociedad Lunar Argentina (SLA) creó un espacio de contenidos educativos audiovisuales relacionados a estudios lunares, cometas, Sistema Solar, astronáutica, medioambiente, entre otros, en un ciclo de charlas virtuales denominado "Astronomía en Cuarentena" a continuación los enlaces de los mismos para que los puedan disfrutar.

Ciclo "Astronomía en Cuarentena"

Luna

Paseo por la Luna Creciente https://www.youtube.com/watch?v=TNfw6CUSNBc

Observación lunar en directo https://www.youtube.com/watch?v=g71m43tjmKg

Fenómenos lunares transitorios https://www.youtube.com/watch?v=yPMU1OFPd8w

Telescopios

El telescopio, origen y construcción https://www.youtube.com/watch?v=o1iDofcNs6Y

Cometas

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=NPr_xj2a3oY

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=xihQ0ZWJ17w

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 3) https://www.youtube.com/watch?v=bNENP7xArkM

Aporte científico de la observación visual (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=WFys0yXaJ18

Aporte científico de la observación visual (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=ide1qWEn1Lg

Técnicas observacionales de cometas (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=9ZdF6RGgSuw

Técnicas observacionales de cometas (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=HXqiq-hHHlE

Medioambiente

Los efectos del cambio climático https://www.youtube.com/watch?v=ItyIWTPCPi8

Sistema Solar

Meteorología planetaria https://www.youtube.com/watch?v=pg7rMyoQtf8

Astronáutica

Argentina en el espacio… vía satélite - Nuevos programas tripulados de la NASA y privados

https://www.youtube.com/watch?v=GXT5pMci8r0



Fuentes de información vertidas en la publicación

Asker R., Moon's Resources Key to Man's Return; Aviation Week & Space Technology, 1994

Bialla Paul, Early Lunar Access: An Affordable Approach for Human Return to the Moon, AIAA, 1993

Borowski S., 24 Hour Commuter Flights to the Moon Using Nuclear Rockets with LUNOX Afterburners, Ad Astra, 1997

Borowski S., Nuclear Propulsion: The key to economical access through space, Ad Astra, 1996

Borowski S., Nuclear Thermal Propulsion; Aerospace America, 1994

Borowski - Cassenti, Nuclear Thermal Propulsion; Aerospace America 1995

Extended Lunar Operations, Lunar Surface, LMSC A013250 (WO/WA 50-5365-0080), Technical Summary Report, Advanced Space Systems Design, Lockheed Missiles & Space Company, 1962.

Extended Lunar Operations, Lunar Surface, LMSC A014292 (WO/WA 50-5365-0080), Technical Summary Report, Advanced Space Systems Design, Lockheed Missiles & Space Company, 1963.

European Space Agency (ESA)

Fast-Track back to the Moon, Spaceflight, 1993

First Lunar Outpost, Spaceflight, 1993

Final Frontier Magazine, 1992

French James, Getting to the Moon in a single stage, Aerospace America, 1995

GD Goal: Lower-Cost Manned Lunar Missions, Aviation Week & Space Technology, 1993

Human Lunar Return study, Status Review Continuation, NASA-JSC, 1996

Joosten - Guerra, Early lunar resource utilization: a key to human exploration, AIAA, 1993

Project Horizon, Phase I Report, A US Army study for the establishment of a lunar outpost, US Army, 1959

Portree David, No shortage of dreams, blog

Lunar Outpost, Alred, Bufkin, Kennedy, Roberts, Petro, Stecklein & Sturm, Systems Definition Branch, Advanced Programs Office, NASA/Johnson Space Center, 1989

Marín Daniel, Naukas, Blog

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

NASA´s new Spaceships, Popular Mechanics, 1985

Naukatehnika, página web

Rawling Pat

Return to the Moon, Astronomy, 1994

Report of the 90-Day Study on human exploration of the Moon and Mars, NASA/Johnson Space Center, 1989

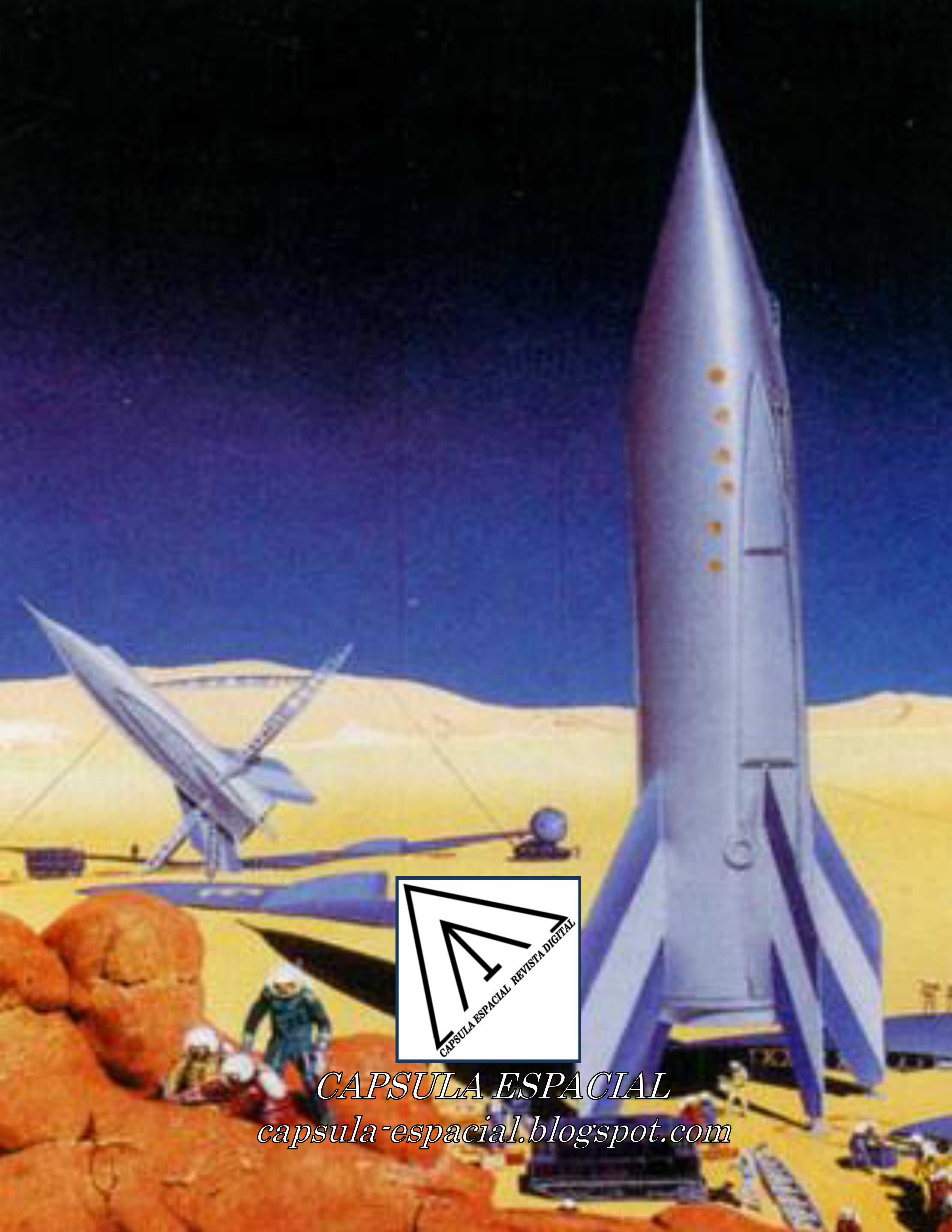
Russianspaceweb, página web

Secret Project Forum, página web

Stewart, Surface exploration of the Moon, Spaceflight N° 2, 1961

Wikipedia

Zack Anatoly


CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com